



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA

Institut environmentálního inženýrství

SEZÓNÍ PREFERENCE MIKROHABITATŮ U VYBRANÝCH ŘÁDŮ  
MAKROZOOBENTOSU NA ŘECE OSTRAVICI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:

Bc. Lucie Slavíková

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.

Ostrava 2017

VSB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA

FAKULTY OD MINING AND GEOLOGY

Institute of environmental engineering

SEASONAL PREFERENCES OF MICROHABITATS OF SELECTED ORDERS  
OF MACROZOOBENTHOS IN OSTRAVICE RIVER

Author:

Bc. Lucie Slavíková

Supervisor:

Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Lucie Slavíková**

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904T005 Environmentální inženýrství

Téma:

Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

Seasonal Preferences of Microhabitats of Selected Orders of  
Macrozoobenthos in Ostravice River

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Charakteristika zájmového území.
3. Charakteristika vybraných řádů makrozoobentosu.
4. Metodika zpracování.
5. Výsledky a diskuse.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

BAUERNFEIND, Ernst a Tomáš SOLDÁN. The mayflies of Europe (Ephemeroptera). Ollerup: Apollo Books, 2012. ISBN 978-87-88757-45-3.


BUFFAGNI, Andrea, Manuel J. LÓPEZ-RODRIGUEZ, Javier ALBA-TERCEDOR a David G. ARMANINI. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms: Volume 3, Ephemeroptera. 1. Sofia, Moscow: Pensoft, 2009, 254 s. ISBN 978-954-642-508-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017

  
doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.  
vedoucí institutu



  
prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.  
pověřený vedením fakulty

### **Prohlášení autora diplomové práce**

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28. 4. 2017

Bc. Lucie Slavíková



## ANOTACE

Diplomová práce se věnuje sezónní preferenci mikrohabitátů na řece Ostravici u vybraných řádů makrozoobentosu. Konkrétně se jedná o řády Ephemeroptera, Plecoptera a Trichoptera.

Mezi typické habitaty, které se v toku nacházely, byly kameny (na všech lokalitách dominovaly), dále štěrk a mech, pokud byly na lokalitě nalezeny. Jedinci byli odebíráni z bentické sítě, ze svrchních, spodních, bočních stran kamenů, z mrtvé zóny kamenů a štěrku či mechu.

Mimo jiné byl v práci sledován vliv vybraných environmentálních proměnných (kyslík, teplota, pH, konduktivita, ORP a rychlost proudu) na četnost zástupců vybraných řádů makrozoobentosu na daných mikrohabitátech. Mikrohabitaty byly sledovány na čtyřech lokalitách řeky Ostravice: Staré Hamry (1), Frýdlant nad Ostravicí (2), nad ústím Morávky (3) a Frýdek – Lískovec (4). Celkem bylo na těchto lokalitách odebráno 720 jedinců. Taxony vykazovaly úzkou závislost na teplotě, pH a průtoku a dále na ORP a kyslíku. Úzkou závislost prokazovaly taxony také na pH a na teplotě, kyslíku a průtoku. Menší závislost pak na konduktivitě a ORP. S výjimkou pH vykazovaly taxony závislost vždy na více proměnných.

**Klíčová slova:** *Abiotické proměnné, makrozoobentos, metoda Perla, řeka Ostravice, Canoco*

## ANNOTATION

The thesis deals with the seasonal microhabitat preferences given by selected orders of macrozoobenthos, especially orders of the water insects Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, in the Ostravice river.

Four of its locations were selected: Staré Hamry (1), Frýdlant nad Ostravicí (2), above the mouth of Morávka (3) and Frýdek-Lískovec (4).

Macrozoobenthos was harvested in typical river habitats: mostly on stones, on gravel and in moss, if found on the site. The individuals were taken from the benthic net, from the top, bottom and sides of the stones, from their dead zone and from the gravel or moss. Altogether, 720 individuals were removed from these locations.

The work deals with the frequency of selected macrozoobenthos orders in selected microhabitats due to selected environmental variables (oxygen, temperature, pH, conductivity, ORP and current velocity). With the exception of pH, taxa always depended on more variables. Taxa showed a close dependence on temperature, pH and flow, ORP and oxygen, and also on pH and temperature, oxygen and flow. The dependence on conductivity and ORP was less pronounced.

**Key words:** Abiotic variables, macrozoobenthos, Pearl method, Ostravice river, Canoco

Na tomto místě bych nejprve chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Mgr. Ivě Melčákové, Ph.D., za odborné vedení, pomoc při determinaci organismů a pozitivnímu přístupu. Dále patří poděkování paní Ing. Haně Švehlákové za pomoc při statistickém zpracování dat. Oběma chci také poděkovat za čas, který mi věnovaly. Nakonec chci poděkovat své rodině a přátelům, kteří mně po celou dobu studia podporovali.



## OBSAH

1.	Úvod.....	1
2.	Charakteristika zájmového území.....	2
2.1.	Geologické poměry .....	3
2.2.	Hydrogeologické poměry .....	5
2.3.	Geomorfologické poměry .....	6
2.4.	Pedologické poměry .....	8
2.5.	Klimatologické a meteorologické poměry .....	9
2.6.	Fytogeografická charakteristika, vegetační poměry .....	9
2.7.	Zoogeografická charakteristika, faunistické poměry .....	9
3.	Charakteristika vybraných řádů makrozoobentosu.....	11
	Ephemeroptera .....	11
	Plecoptera.....	11
	Trichoptera.....	11
3.1.	Výskyt v mikrohabitátech .....	11
	Ephemeroptera .....	11
	Plecoptera.....	12
	Trichoptera.....	12
3.2.	Způsob pohybu.....	13
	Ephemeroptera .....	13
	Plecoptera.....	13
	Trichoptera.....	13
3.3.	Způsob získávání potravy .....	14
	Ephemeroptera .....	14
	Plecoptera.....	15

Trichoptera.....	15
3.4. Preference na rychlost proudu.....	17
Ephemeroptera.....	17
Plecoptera.....	17
Trichoptera.....	17
4. Vybrané environmentální proměnné .....	18
4.1. Kyslík.....	18
4.2. Teplota.....	18
4.3. pH.....	19
4.4. Konduktivita.....	20
4.5. ORP .....	20
4.6. Rychlost proudu a průtok .....	21
5. Metodika zpracování.....	23
5.1. Vymezení a charakteristika odběrových lokalit.....	23
5.2. Metodika odběru vzorků makrozoobentosu.....	28
5.3. Měření environmentálních proměnných .....	29
5.4. Statistické hodnocení vzorků .....	31
Dominance .....	31
Konstance.....	32
Shannon-Wienerův index .....	32
Margalefův index .....	33
Simpsonův index.....	33
Program Canoco .....	33
6. Výsledky a diskuse .....	35
Lokalita 1 .....	36

Lokalita 2 .....	36
Lokalita 3 .....	37
Lokalita 4 .....	38
Dominance .....	38
Abundance .....	45
Konstance – 30. 9. 2016.....	52
Konstance – 5. 11. 2016.....	53
Margalefův index.....	54
Simpsonův index.....	55
Shannon-Wienerův index .....	56
Zhodnocení metody PCA.....	57
7. Závěr .....	65
Seznam použité literatury .....	69
Seznam obrázků.....	77
Seznam tabulek.....	77
Seznam grafů .....	78
Seznam map.....	79
Seznam výpočtů.....	79
Seznam příloh .....	79
Přílohy.....	80

## 1. ÚVOD

Početnost a skladba společenstva makrozoobentosu je dnes pokládána za spolehlivý indikátor kvality našich vod. Výzkumy v této oblasti již pokročily poměrně daleko a běžně se provádí celá řada rutinních měření. Sledují se především úbytky a absence druhů citlivých na různé druhy znečištění.

Tato práce se zaměřuje na to, jak je stav společenstva makrozoobentosu ovlivněn faktory, které nutně nesouvisejí s působením jiných organismů (vyšších predátorů nebo působením člověka). Těmito faktory – abiotickými proměnnými – jsou kyslík, teplota, pH, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál a rychlost proudu.

Hlavním cílem této práce je posoudit, jaký typ mikrohabitatu řeky Ostravice jedinci vybraných řádů makrozoobentosu preferují a které vybrané environmentální proměnné mají na distribuci těchto řádů vliv.

Následuje zpracování dílčích úkolů jako je například nástin literárního zpracování dané problematiky, který přinese pojednání o požadavcích na životní podmínky u tří vybraných řádů vodního hmyzu (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*), zvláště pak jejich požadavky na uvedené abiotické proměnné. Předložení popisu vybrané metodiky zpracování a dále popisu reálného postupu při odběru vzorků podle této metodiky. Popis bude obsahovat záznamy všech údajů nezbytných pro zpracování výsledků: vymezení lokalit, charakteristiku vybraných úseků toku a odběrových míst, výběr mikrohabitatů, samotný odběr vzorků a následná determinace. Další součástí práce je statistické zpracování a vyhodnocení dat.

## 2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Řeku Ostravici vytváří soutok Bílé a Černé Ostravice. Z hydrologického hlediska je pokládána za pramennou Bílou Ostravici. Její pramen se nachází v lokalitě Bílá-Hlavatá ve výšce cca 720 m n. m. Odtud se obrací k severovýchodu a po 9,7 km se slévá s Černou Ostravicí. Tok Ostravice se dále stáčí k severu a po 54,2 kilometru se vlévá do řeky Odry. Zhruba 6 km tohoto úseku je tvořeno přehradou Šance. Před regulacemi a vytvořením přehrad na jejím povodí patřila řeka Ostravice k tokům s největšími výkyvy průtoku, což způsobovalo velmi ničivé povodně – především kvůli vysokým kulminačním průtokům, vysokým podélným sklonem a tudíž vysokou reliéfovou energií. (www.pod.cz)

Přímo na toku nebo v jeho bezprostředním okolí se nachází několik větších měst: Frýdlant nad Ostravicí, Frýdek-Místek a Ostrava (konkrétněji části Hrabová, Vítkovice, Moravská Ostrava, Slezská Ostrava), podle které je řeka pojmenována. (www.pod.cz)

Ostravice protéká také CHKO Beskydy (viz Obrázek 1), kam spadá svým horním tokem a pramenem zátopy vodního díla Šance. Tato oblast je současně chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV). (www.pod.cz)



**Obrázek 1:** Oblast CHKO Beskydy (vlastní úprava). (www.pod.cz)

Řeka Ostravice spadá pod plán dílčího povodí Horní Odry (viz Obrázek 2), která rozčleňuje Ostravici do šesti vodních útvarů povrchových vod: Bílá Ostravice až po vzdutí vodního díla Šance, samotné vodní dílo Šance, úsek od vodního díla Šance po Čeladenku, úsek od Čeladenky po Morávku, úsek od Morávky po Lučinu a úsek od Lučiny po ústí do Odry. (www.pod.cz)

Tok Ostravice podléhá správě státního podniku Povodí Odry. (www.pod.cz)



**Obrázek 2:** Plán dílčího povodí Odry (vlastní úprava). (www.pod.cz)

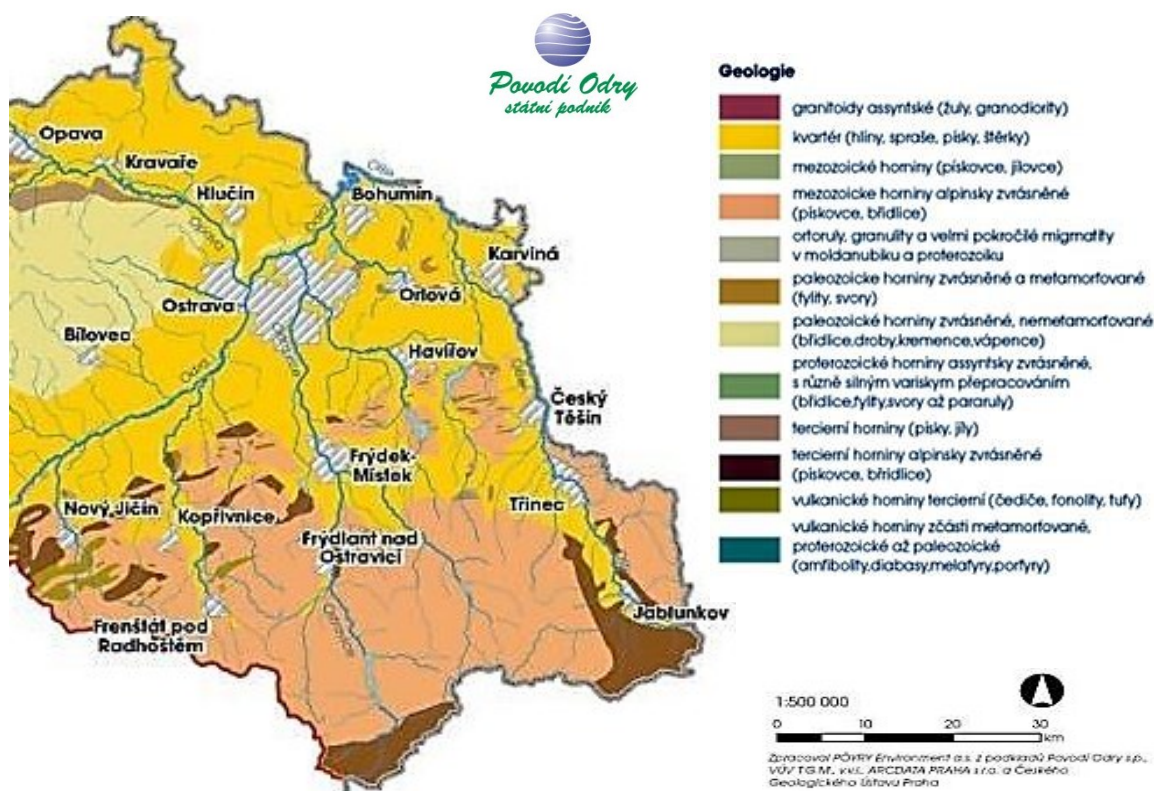
## 2.1.GEOLOGICKÉ POMĚRY

Český masív a Západní Karpaty představují dvě základní geologické jednotky oblasti povodí Odry na území České republiky. Příkrovy flyšového pásma Západních Karpat jsou tvořeny křídovými sedimenty spolu s terciárními horninami. Jde především o vápnité jílovce, pískovce, vápence a také slepence. Ve spodnokřídových horninách se hojně



objevují průniky ultrabazických a alkalicko-vápenatých vulkanitů (těšinity a pikrity). Působením alpinského vrásnění docházelo po vzniku souvrství křídových hornin k jejich přesouvání ve formě plochých tektonicky limitovaných příkrovů, a to na východní okraj Českého masívu, přičemž vytvořil vnější lem alpsko-karpatské oblasti. V paleogénu vytvářejí terciérní horniny hojně flyšové sedimentace v magurské i vnější (menilito-krosněnské) skupiny příkrovů. Z hlediska petrografie se jedná převážně o jíly, jílovce, pískovce a slepence tvořící příkrovovou stavbu Západních Karpat. K ukládání neogenních sedimentů karpatské předhlubně (v okolí Ostravy a Opavy) docházelo ve stejnou dobu jako k pohybům příkrovů, tudíž leží tyto sedimenty pod příkrovy, před nimi i na nich a postupně docházelo k jejich denudaci. Jsou složeny hlavně s písčitých a vápnitých jílů a písků. Převážná část povodí je z hlediska kvartérních sedimentů charakterizována jako snosová oblast pro níž je typická postupná eroze a transport sedimentů vodními toky. Akumulační oblastí se zastoupením větší mocnosti (do 50 m) kvartérních nezpevněných sedimentů je jen oblast oderská (tj. Ostravsko a Opavsko). (www.pod.cz)

Geologické poměry jsou znázorněny na Obrázek 3.



Obrázek 3: Geologické poměry na řece Ostravici (vlastní úprava). (www.pod.cz)

Horní tok Ostravice se nachází ve členitém reliéfu Moravskoslezských Beskyd, který tvoří souvrství jílovců, pískovců a slepenců. Po erozně denundační reliéf je zde příznačný výskyt sečných plošin, tvrdošů, strukturních teras, mrazových srubů, balvanových proudů a sesuvů. Z uvedeného vyplývá značné ohrožení zdejší půdy erozí. (www.pod.cz)

Střední tok řeky je lokalizován v Podbeskydské pahorkatině. Geologická dráha Ostravice je zde následující. Lysohorské podhůří a úpatní pahorkatina obě s flyšovými horninami s kvartérními překryvy a náplavovými kužely. Plochá frýdecká pahorkatina, kterou charakterizuje hlavně akumulární reliéf a poryv sprašových hlín. (www.pod.cz)

Dolní tok Ostravice vede Ostravskou pánví, která se vyznačuje výskytem souvrství pleistocenních štěrkopísků a holocenních písčitohlinitých nánosů s typickými glejovými fluvizeměmi. (www.pod.cz)

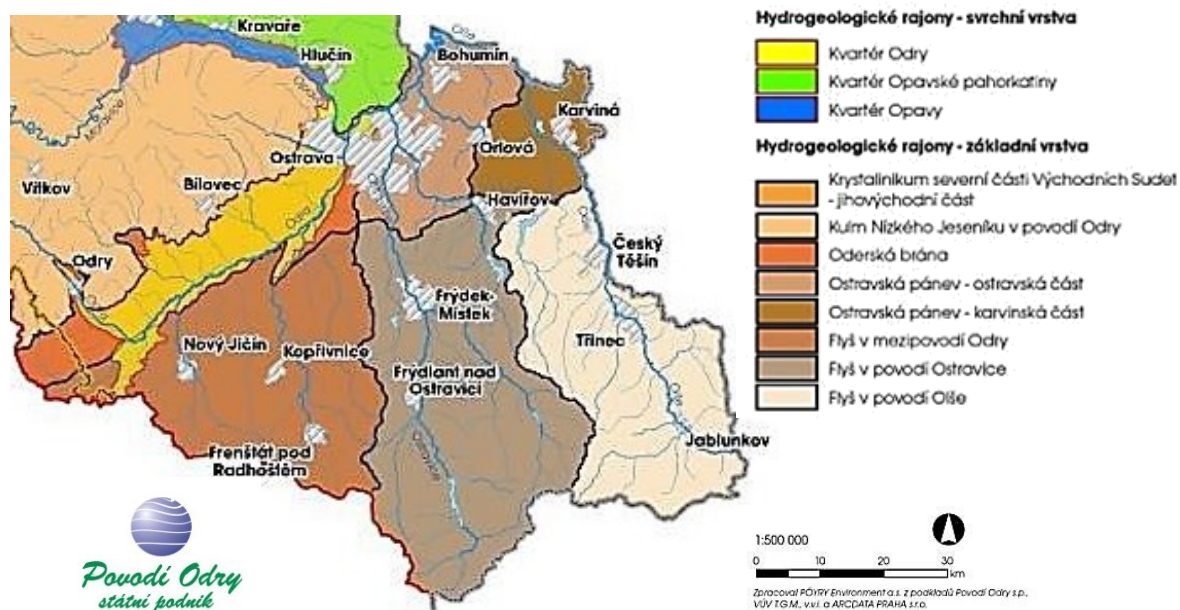
## 2.2. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Na většině povodí bývá naměřeno vysoké množství ročních srážek (přes 1000 mm). Z důvodu specifického charakteru hornin a odtud nepříznivých podmínek pro akumulaci podzemních vod dochází k tomu, že ačkoli je odtok relativně velký, je nerovnoměrný. Prakticky bez průlinové propustnosti jsou horniny krystalinika, devonu a kulmu (všechny s relativně nízkým zvětralinovým pláštěm), jen omezenou průlinovou propustnost mají horniny karpatského flyše. Cirkulace podzemních vod je omezena neustálým výskytem politických vložek. Významnější akumulace se vyskytují jen v kvartérních a některých terciérních sedimentech. Odtok povrchové vody z území však nemůže být zajištěn kvartérními sedimenty (kvůli jejich malé kapacitě), ani neogenními sedimenty neboť jsou situovány pod erozní bázi (jejich svrchní polohy jsou nepropustné). Část povodí je charakterizován významným nedostatkem podzemních vod, a proto je mnoho sídel zásobováno vodou z vodárenských nádrží díky skupinovým vodovodům. (www.pod.cz)

Podzemní vody krystalinika a devonu jsou převážně měkké, kalcium-bikarbonátového typu, vody karpatského mezozoika a terciéru jsou smíšené (natrium-bikarbonátové a kalciumsulfátové s infiltračními kalcium-bikarbonátovými vodami). (www.pod.cz)

Obrázek 4, na následující stránce, znázorňuje výše zmíněné hydrogeologické poměry.





Obrázek 4: Hydrogeologické poměry (vlastní úprava). (www.pod.cz)

## 2.3. GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Oblast povodí Odry na území ČR je lokalizována na rozhraní dvou systémů (Hercynského a Alpického) a zasahují do ní tři provincie (Česká vysočina, Středoevropská nížina a Západní Karpaty). Ze severu zasahuje Středoevropská nížina pouze svým okrajem Slezské nížiny, konkrétně Opavskou pahorkatinou. Povodí je morfologicky rozděleno na východní a západní část subprovincií Vněkarpatské sníženiny (celky Moravská brána a Ostravská pánev). Na západě jsou to Jesenická oblast s celky Rychlebské hory, Vidnavská nížina, Žulovská pahorkatina, Zlatohorská vrchovina, Hrubý a Nízký Jeseník. Na východě pak Podbeskydská pahorkatina, Moravskoslezské Beskydy, Jablunkovské mezihoří, Jablunkovská brána a západní výběžek Slezských Beskyd. (www.pod.cz)

Na povodí horního toku Odry se nacházejí především menší toky, a to na styku dvou významných geografických jednotek (Česká vysočina a Západní Karpaty). (www.pod.cz)

Část řeky Ostravice, spadá do geomorfologické provincie Západní Karpaty, geomorfologické subprovincie Vnější Západní Karpaty a geomorfologické oblasti Západobeskydské podhůří. (HRUBAN, 2014)

Soustava Vnějších Západních Karpat je tvořena třemi nesouvislými prostory. Největší část, která se skládá z podsoustav Slovensko–moravské Karpaty, Západobeskydské podhůří a Západní Beskydy, je lokalizována při hranicích České republiky se Slovenskem a Polskem, konkrétně mezi městy Strážnice a Český Těšín. (HRUBAN, 2014)

Více ve vnitrozemí Moravy se nachází Středomoravské Karpaty, které vytvářejí další samostatnou část. Poslední, nejmenší částí, jsou Jihomoravské Karpaty při hranici Rakouskem. Vnější Západní Karpaty se dělí na tyto geomorfologické oblasti:

- Jihomoravské Karpaty (v Rakousku jako Österreichisch-Südmährische Karpaten),
- Středomoravské Karpaty,
- Slovensko–moravské Karpaty,
- Západobeskydské podhůří (polsky Pogórze Zachodniobeskidzkie),
- Západní Beskydy,
- Stredné Beskydy (leží na území Polska a Slovenska),
- Východné Beskydy (leží na území Polska a Slovenska),
- Podhôrno–magurská oblast (leží na území Slovenska, polsky Onizienie Orawsko–Podhalańskie),
- Beskidy Zachodnie (leží na území Polska, přičemž termínem Beskidy Zachodnie je v Polsku označován celý úsek pohoří od Západních po Východní Beskydy). (HRUBAN, Robert, 2014)

Vnější Západní Karpaty se skládají ze svrchnokřídových až oligocenních mořských uloženin, pískovců a jílovců, mnohem méně pak se slepenců, mnohdy se značným mnohonásobně se střídajícím zvrstvením, což je typické pro flyše. (HRUBAN, 2014)

Na jihu vymezují Geomorfologickou oblast Západobeskydského podhůří vymezují na jihu Západní Beskydy a na severu Vněkarpatské sníženiny. Západobeskydské podhůří se nachází na území severovýchodní Moravy a odtud do přilehlých částí Polska. Západobeskydské podhůří se člení na geomorfologické celky:

- Podbeskydská pahorkatina,
- Pogórze Śląskie (Polsko),
- Pogórze Wielickie (Polsko),
- Pogórze Wiśnickie (Polsko). (HRUBAN, 2014)

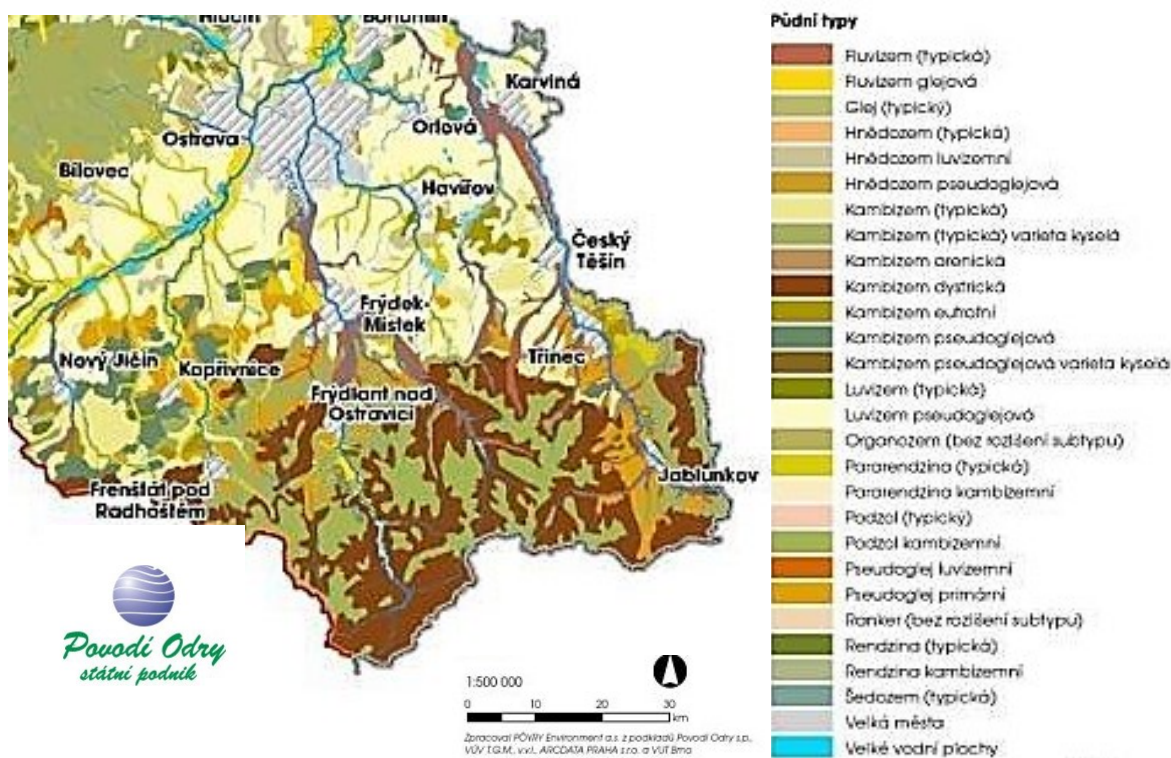
Pestré podloží moravské části je tvořeno převážně z křídových a paleogenních flyšových hornin podslezské a slezské jednotky vnější skupiny příkrovů s vyvěřelinami těšínitů, krami kulmských hornin a bradly jurských hornin a neogenními a kvartérními sedimenty. Typický je pahorkatinný až vrchovinný reliéf se zbytky neogenních zarovnaných povrchů na rozvodích. Na mnoha místech lze nalézt pedimenty a kryopedimenty. Ve vrcholových částech se zachovaly také kryoplaneční terasy (Ondřejník). (HRUBAN, 2014)

## 2.4. PEDOLOGICKÉ POMĚRY

Pro oblasti okolí řek je typická referenční třída půd fluvisoly.

Tyto půdy se řadí mezi půdy nivní a jsou tvořeny převážně z jemných povodňových sedimentů. Tyto sedimenty vznikají erozí v povodí a následně se akumulují v nivách řek. Fluvisoly jsou půdy vlhké, se značným obsahem živin. Do fluvisolů jsou řazeny dva půdní typy a to fluvizemě (viz příloha 1, Obrázek 5) a koluvizemě. (is.muni.cz)

Na území řeky Ostravice se vyskytují fluvizemě, luvizemě a kambizemě (obrázek 6).



Obrázek 6: Pedologické poměry Ostravice (vlastní úprava). (www.pod.cz)

V nivě lze spatřit střídání fluvizemě a fluvizemě glejové. Ve sprašových hlínách luvizemě pseudoglejové a pseudogleje luvizemní. Na flyšovém podloží dominují kambizemě typické a kambizemě pseudoglejové. (www.pod.cz)

## 2.5. KLIMATOLOGICKÉ A METEOROLOGICKÉ POMĚRY

Horní tok Ostravice se nachází v chladné oblasti s průměrnými ročními teplotami v rozmezí 5 – 6°C a s relativně vysokým úhrnem ročních srážek (1000 – 1200 mm). Střední tok Ostravice je lokalizován v mírně teplé oblasti s teplotami mezi 7 – 8°C, v tomto úseku jsou srážky menší než ve výše zmiňovaném a to 800 – 1000 mm za rok. Rovněž dolní tok řeky se nachází v mírně teplé oblasti, zde s průměrnými teplotami od 8 do 9°C. Průměrné roční srážky zde dosahují 700 – 900 mm. (www.pod.cz)

## 2.6. FYTOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA, VEGETAČNÍ POMĚRY

Původní biotop toku Ostravice se dochoval jen zbytkově, a to bezprostředně podél toku. Na šterkových náplavech zde rostou jasanovo-olšové luhy a vrbové křoviny. Nově v biotopu převládají porosty třtiny pobřežní (*Calamagrostis pseudophragmite*) křoviny vrby šedé (*Salix elaeagnos*) a dále vrby nachové (*Salix purpurea*), vrby křehké (*Salix fragilis*), vrby trojmužné (*Salix triandra*), vrby lýkocové (*Salix daphnoides*) a také porosty olše šedé (*Alnus incana*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*). (www.pod.cz)

V bylinném pásmu převládají: violka rívonia (*Viola riviniana*), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*), svízel přítula (*Galium aparine*), hluchavka skrvnitá (*Lamium maculatum*), pryšec mandloňovitý (*Euphorbia amygdaloides*) a blatouch bahenní (*Caltha palustris*). (www.pod.cz)

## 2.7. ZOOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA, FAUNISTICKÉ POMĚRY

Řeku Ostravici obývá několik chráněných druhů, například střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), mihule potoční (*Lampetra planeri*), mník jednovousý (*Lota lota*), vranka obecná (*Cottus gobio*), vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*) a vzácně také vydra říční (*Lutra lutra*). (iszp.kr-moravskoslezsky.cz)

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

Z hlediska rybích pásem připadá v Ostravici pstruhovému pásmu část od ústí Čeladenky (km 37,5) až do pramenné oblasti nad nádrží Šance, lipanovému pásmu pak část mezi ústím Čeladenky a ústím Morávky (km 25,3) a na parmové pásmo část řeky od ústí Morávky k soutoku Ostravice a Odry. ([www.pod.cz](http://www.pod.cz))

### 3. CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH ŘÁDŮ MAKROZOOBENTOSU

#### Ephemeroptera

Larvy jepic se vyskytují běžně v různých typech stojatých i tekoucích vod. Nežijí jen ve velmi znečištěných vodách. Obecně však upřednostňují čisté vody bohaté na kyslík. (Lellák et al., 1982).

#### Plecoptera

*Plecoptera* slouží jako ukazatel čistých potoků a řek. Mají velmi nízkou toleranci ke znečištění, nicméně několik druhů jsou tolerantní k mírně kyselým podmínkám. (Nelson, 1995). Larvální vývoj pošvatek závisí na chladné, dobře okysličené vodě a jsou velmi náchylné vůči zneužívání vodních toků člověkem. (Nelson, 1995)

#### Trichoptera

Chrostíci jsou jednou z největších skupin vodního hmyzu, jejichž larvy jsou přítomny ve většině tekoucích i stojatých vod. Co do bohatosti druhů a ekologické rozmanitosti je převyšují pouze ve vodě žijící zástupci řádu *Diptera* (dvoukřídlý hmyz). Tvoří důležitou složku makrozoobentosu a mají významnou úlohu v potravním řetězci. (Holzenthal, 2010)

### 3.1. VÝSKYT V MIKROHABITATECH

#### Ephemeroptera

Původním habitatem jepic je stojatá voda, i když většina současných druhů žije v tekoucích vodách. (Salles, 2000)

Larvy jepic lze podle preference na stanoviště rozdělit do dvou skupin: druhy, které upřednostňují submerzní rostliny a jejich části (čeled' *Baetidae*), a druhy, jejichž larvy nejsou specializované („lezoucí“ larvy) a upřednostňují stanoviště s nánosy detritu. (Landa and Soldán, 1989).

Larvy různých druhů jepic jsou adaptovány na specifické mikrohabitaty. Různé druhy žijí na konkrétních substrátech v určité hloubce a v určitém proudu. Příkladem mohou být jepice čeledi *Heptageniidae*, které žijí ve středních a velkých pstruhových potocích a v kontrastu k nim jepice *Ephemeridae*, které si hloubí úkryt v úsecích potoka, kde je tok

pomalejší, případně v tišinách řek a v jezerech. Preference jednotlivých substrátů a hloubení úkrytů závisí na rodu. (Salles, 2000)

V některých oblastech je patrná posloupnost výskytu různých druhů. Některé dominují na jaře, zatímco jiné na podzim. Mnoho druhů jepic je citlivých na znečištění vody, a proto je jejich výskyt indikátorem biochemické kvality vody. (Salles, 2000)

### Plecoptera

Nymfy pošvatek žijí ve vodních biotopech, až na některé druhy žijící na jižní polokouli, ty tráví hodně času ve vlhké půdě. Jako své stanoviště obecně upřednostňují proudy se skalnatým dnem a se silným proudem, ale existují i druhy, které žijí na písčinných místech. Studená jezera a rybníky představují také vhodná stanoviště, a to zvláště na severu a ve vysokých nadmořských výškách. O tom, jak žijí v jezerech, víme mnohem méně než o tom, jak v potocích a řekách. (Nelson, 1995)

V tekoucí vodě jsou obvyklé habitaty nymf skalnaté, kamenité nebo štěrkové substráty, a více druhů obývá chladnější a rychlejší proudy. Mnoho studií prokázalo, že pro různé druhy je obvyklé nacházet se na konkrétních habitatech. Například velké *Perlidae* a *Perlodidae* se obvykle nacházejí na povrchu a na spodních částech velkých kamenů. *Chloroperlidae* se vyskytují ve štěrku, zatímco *Pteronarcyidae* a *Nemouridae* nejčastěji v listových obalech. (Nelson, 1995)

Nymfy pošvatek žijí na dně a v hyporeálu chladných a čistých tekoucích vod (Silveri, 2008; Kruitbos et al., 2012) s převažujícím kamenitým dnem (Macan, 1962; Brittain, 1990). Jsou výbornými indikátory kvality těchto toků. Lze je najít od horských potoků až po velká jezera. Se snižující se koncentrací kyslíku diverzita i početnost pošvatek klesá, takže v teplých tekoucích a stojatých vodách jsou poměrově vzácnější. (Brittain, 1990).

### Trichoptera

Larvy žijí téměř ve všech typech sladkovodních stanovišť a několik druhů obývají dokonce slané vody a mořské prostředí. I když se larvy chrostíků vyskytují v celé řadě vodních habitatů, největší jejich rozmanitost lze nalézt v chladné tekoucí vodě. Vodní podmínky jsou pro různé druhy chrostíků důležité. Parametry, jako jsou kyslík, teplota

a chemické složení vody často korespondují s přítomností nebo nepřítomností určitých druhů v dané oblasti. Díky tomu jsou larvy chrostíků někdy používány jako environmentální indikátory kvality vody. (lakes.chebucto.org)

Chrostíci jsou adaptabilní v širokém pásu ekologických podmínek, a tak je lze najít v různých prostředích. K jejich adaptabilitě do značné míry přispívá jejich schopnost snovat si vlákno. (Mackay and Wiggins, 1979).

Cardinale et al. (2004) používají pro chrostíky, kteří si stavějí sítě, název ekosystémoví inženýři. To proto, že tím fyzicky mění nebo dokonce vytvářejí zcela nová stanoviště. Sítě způsobují nárůst stability substrátu, což významně ovlivňuje strukturu společenstva i dynamiku ekosystému.

V průběhu svého vývoje žijí larvy v nejrůznějších substrátech (Buffagni et al., 1995) a v různě velkých otvorech (Sheldon, 1969), protože růst jejich těl s sebou přináší odlišné nároky na hydraulické a topografické podmínky (Osborne and Herricks, 1987).

### 3.2. ZPŮSOB POHYBU

#### Ephemeroptera

Některé druhy aktivně plavou, druhy se zploštělým tělem tráví čas přichycené ke spodní straně kamenů, jiné si vyrývají v písku nebo blátě tunely ve tvaru velkého U. (Meyer, 2009)

#### Plecoptera

Nymfy pošvatek jsou přilnaví lezci. Na svých chodidlech mají dvojité drápy, které jim pomáhají přilnout a lézt po kamenech v silném proudu; mnoho z nich má také zploštělé tělo, aby přilnutí k povrchu bylo ještě snazší. Některé druhy jsou lépe přizpůsobeny pomalému proudu, ale tyto druhy nejsou tak běžné. (www.troutnut.com)

#### Trichoptera

Jak již bylo zmíněno, larvy chrostíků žijí v ochranných schránkách. Ty bývají obvykle přenosné a jsou vláčeny, podobně jako šnek vleče svou ulitu. Když se larva pohybuje, schránka na ní drží pomocí párů zahnutých panožek na vrcholku bříška. Růst a vývoj larev



chrostíků, včetně zakuklení, probíhá uvnitř schránek. Vzhled a konstrukce schránek jsou charakteristické pro příslušné čeledi a rody chrostíků. (Meyer, 2009)

Larvy rodu *Hydropsychidae* tráví většinu času v ústraní, kde kontrolují úlovek v síti. Larvy rodu *Polycentropodidae* tráví většinu času v uchycených sítích, kde čekají na kořist a larvy rodu *Rhyacophilidae* lozí mezi kameny a po sedimentu, nebo číhají na kořist v trsech mechu a řas. Zatímco se pohybují, přichytávají se hedvábným vláknem, což jim pomáhá udržet se v proudu. (lifeinfreshwater.net)

### 3.3. ZPŮSOB ZÍSKÁVÁNÍ POTRAVY

Angloameričtí hydrobiologové podávají charakteristiku říčního makrozoobentosu z závislosti na poměru základních potravních skupin. Nejhojnější jsou kouskovači (shredders), kteří rozdělují větší části rostlin na menší, sběrači (collectors), kteří filtrují nebo jinak vychytávají potravu z vody a ze dna, škrabači (scrapers) a spásači (grazers), kteří se přizpůsobili ke sběru potravy z povrchu podkladu, predátoři (predators), kteří loví jiné druhy, a další potravní strategie (Lellák et Kubíček, 1992).

Potravní role bezobratlých obývajících fluvialní ekosystémy lze rozdělit podle zdrojů a mechanismů získávání potravy, ke kterým se příslušné druhy morfologicky a behaviorálně adaptovaly (Cummins et Klug, 1979). Potravní kategorie odpovídají čtyřem nejvýznamnějším zdrojům potravy v řece: perifyton (nárostová společenstva drobných živočichů a rostlin), CPOM (hrubý organický materiál), FPOM (jemný organický materiál) a kořist tvořená samotnými organismy. Tato klasifikace však není dokonalá. Většina druhů makrozoobentosu patří ve svých raných stádiích ke sběračům, proto členění podle potravních strategií lépe odpovídá pozdějším instarům, kdy již proběhla diverzifikace potravních strategií (Allan et Castillo, 2007).

#### Ephemeroptera

Larvy jepic se živí na kamenech spásáním bakterií. Mohou také vybírat potravu ze sedimentů a pást se na zbytcích. Mezi druhy jepic převažují sběrači (collectors) a škrabači (scrapers). Většina spasených bakteriálních buněk prochází trávicím traktem, aniž by tyto buňky byly stráveny. Larvy jepic jsou typičtí oportunisté – berou za vděk vším, co se naskytne. (Salles, 2000)

Larvy rodu *Heptageniidae* se živí perifytonem (vrstvou řas a související faunou a flórou). Larvy rodu *Baetidae* se živí převážně rostlinnou hmotu, řasami a organickým odpadem, který uždibují z pevných povrchů nebo sbírají ze sedimentů. Larvy rodu *Leptophlebiidae* se živí řasami a detritem. (lifeinfreshwater.net)

Podle Derky (1998) jsou rody *Baetis* a *Ephemerella* významnými konzumenty řas. Jako příklad uvádí rod *Baetis*, který se živí řasami (hlavně rozsivkami) především na jaře. Po zbytek roku pak konzumuje organický detritus. (Chapman & Demory 1963).

Rod *Ephemerella* dává přednost řase *Ulothrix*, ovšem jen tam, kde je larvám dostupná. V případě, že je stanoviště na tuto řasu chudé, nebo se zde nevyskytuje, živí se mechem *Fontinalis* (Chapman & Demory 1963). Larvy rodu *Paraleptophlebia* vykazují silnou potravní závislost na organickém detritu. (Chapman & Demory 1963; Derka 1998).

Jak již bylo zmíněno, druhově převažují sběrači a škrabači, opravdu dravých je jen několik druhů, například *Harpagobaetis gulosos* (Brittain 1982). Přísných makrofágů je tedy jen málo druhů, většina druhů se přizpůsobuje potravním podmínkám, někdy dokonce sklouzávají ke kanibalismu. (Rozkošný et al. 1980). Zdroje potravy se mohou výrazně měnit v závislosti na ročním období, na vodním toku a v neposlední řadě na antropogenních vlivech. (Vannote et al., 1980; Allan, 1995).

### Plecoptera

Larvy se živí řasami, rozsivkami, mechy a nedospělci vodních bezobratlých, včetně jepic

a pakomárů. Většina jarních a letních dospělců se nekrmí a jsou aktivní v noci. Zimní pošvatky jsou denní letci a živí se modro-zelenými řasami a listím. (Bartlett, 2004)

Ve stadiu larvy se většina druhů pošvatek živí rostlinnou stravou a jsou označovány jako kouskovači (shredders), kteří dávají přednost velkým částicím organické hmoty, jako jsou listy a větvičky. Larvy větších druhů z čeledí *Perlidae*, *Perlodidae* a *Chloroperlidae* se živí jako predátoři (predators) larev pakomárů, muchniček apod. (Fehérová, 2015)

### Trichoptera

Larvy mohou být býložravé, všežravé nebo dravé. Ve většině případů žijí dravé druhy volně nebo v hedvábných sítích či tunelech, do kterých chytají kořist. Všežravé

a býložravé druhy žijí v ochranných schránkách, které si budují pomocí hedvábných vláken a na ně nalepených kamínků, větviček, fragmentu listů a dalších přírodních materiálů. (Meyer, 2009)

Permanентně ponořené kameny a kusy dřeva poskytují nejlepší substrát pro růst řas a perifytonu, kterými se larvy živí. Při svém spásání larvy chrostíků konzumují značnou část dostupných řas v proudu. Některé druhy s velkým ústním ústrojím trhají listy suchozemských rostlin spadlých do vody. (lifeinfreshwater.net)

Všežravé larvy se živí řasami, zbytky a malými bezobratlými živočichy uvízlými v síti (rod *Hydropsychidae*). Dravé larvy se živí organickými zbytky a bezobratlými, kteří se chytí do sítě (rod *Polycentropodidae*). Rod *Rhyacophilidae* jsou predátoři a larvy se živí různými hmyzími larvami a dalšími drobnými bezobratlými živočichy. (lifeinfreshwater.net)

Larvy rodu *Rhyacophila* představují volně žijící predátory. Všechny larvy jsou nejprve fytofágové konzumující rozsivky a vláknité řasy (první až třetí instar), později (třetí až pátý instar) mohou být dravé. Jako potrava jim slouží nejrozličnější vodní bezobratlí, velmi často larvy *Chironomidae*, *Simulidae* a *Baetis*. (Edington et Hildrew, 1995)

Larvy rodu *Hydropsyche* získávají potravu pomocí filtrace suspendovaných látek, k čemuž si stavějí lapací síť z vláken, které vylučují ze svých snovacích žláz. Síť umísťují mezi rostlinami i na minerálním substrátu a snaží se přitom co nejvíce využít rychlost vodního proudu. (Edington et Hildrew, 1995)

Hildrew et Edington (1979) našly ve střevech *Hydropsyche pellucidula* menší zastoupení zbytků vyšších rostlin, vláknitých řas a fragmentů mechorostů, zatímco vyšší zastoupení činili různě velcí živočichové (*Gammarus sp.*, larvy *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera* a *Coleoptera*). Basaguren et al., (2002) konstatují, že rané instary *Hydropsyche pellucidula* se živí jemným detritem a rozsivkami, kdežto pozdní instary se živí z 25% dravě (nejčastěji pakomáry, jepicemi čeledi *Baetidae*, chrostíky a pošvatkami).

*Polycentropus flavomaculatus* je dravec, jehož potravou se stávají různé druhy bezobratlých (Percival et Whitehead, 1929). Svou kořist chytá do lapacích sítí, které si buduje hlavně pod kameny. Po jejich narušení se vlákna spojí dohromady a vytvoří past. (Edington, 1968).

### 3.4. PREFERENCE NA RYCHLOST PROUDU

Pro makrozoobentos je optimální rychlost proudu, kterou tyto organismy snášejí, mezi 50 až 120 cm.s<sup>-1</sup>. (Ambrožová, 2003)

#### Ephemeroptera

Obecně lze konstatovat výskyt většiny druhů rodu *Baetis* v úsecích s mírnějším proudem. Pokud se vyskytují v prudším proudu, pak obvykle využívají ochranu trsů vodního mechu rodu *Fontinalis*. (Lellák et al., 1982)

#### Plecoptera

Kolísání průtoku vody způsobuje změny v druhovém složení pošvatek (Kruitbos et al., 2012). Negativně působí zvláště extrémně vysoké průtoky při jarním tání, při přívalových srážkách, nebo naopak extrémně nízké průtoky způsobené suchem. (Stewart et Anderson, 2010)

#### Trichoptera

Larvy čeledi *Hydropsychidae* dávají přednost vyšším rychlostem proudu. Některé druhy z této čeledi (*Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche angustipennis* a *Hydropsyche pellucidula*) stavějí největší lapací sítě při rychlosti proudění mezi 28 - 40 cm.s<sup>-1</sup>. (Tachet et al., 1992)

Larvy čeledi *Polycentropodidae* preferují převážně nízkou rychlost proudění, např. chrostíci druhu *Polycentropus flavomaculatus* dávají přednost prostředí s pomalejším proudem (Boon, 1978). Dokáží však přežít také ve stojatých vodách s nízkou koncentrací kyslíku. (Philipson, 1954)

## 4. VYBRANÉ ENVIRONMENTÁLNÍ PROMĚNNÉ

### 4.1. KYSLÍK

Kyslík představuje nejvýznamnější z rozpuštěných vodních plynů. Obsah kyslíku ve vodě lze vyjádřit hmotnostní koncentrací ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) a procentuálním nasycením vody kyslíkem vzhledem k rovnovážné koncentraci kyslíku ve vodě za určité teploty a určitého atmosférického tlaku. Obsah rozpuštěného kyslíku ovlivňuje významně většinu biochemických procesů ve vodě, tak bývá určujícím faktorem pro život různých organismů. (Spurný et al., 2015)

Neznečištěné tekoucí vody bývají nasyceny kyslíkem od 85 do 100 % (Spurný et al., 2015). Pokud je tok organicky znečištěný (vykazuje vysoké hodnoty  $\text{BSK}_5$ ), může být koncentrace rozpuštěného kyslíku menší, případně může klesnout až na hodnotu nula (v důsledku rozkladných biologických procesů). (Pitter, 2015)

K vyrovnaní nedosycení a přesycení vody (peřejnaté úseky) kyslíkem dochází především jejím vířením. Koncentrace rozpuštěného kyslíku bývají v letním období mezi 8-12  $\text{mg.l}^{-1}$ , v zimním období činí koncentrace mezi 6-8  $\text{mg.L}^{-1}$  (Pitter, 2015). Obsah kyslíku ve vodním sloupci se příliš neliší. (Spurný et al., 2015)

### 4.2. TEPLOTA

Teplota vody je důležitou součástí ukazatelů jakosti a vlastností vody. (Pitter, 1999)

Teplota vody osciluje v rámci sezóny i dne. Kolísání je ovlivněno teplotou vzduchu (osvětlené mělké toky), přítokem podzemní vody, zastíněním a antropickými faktory. U našich toků lze nejpravděpodobnější teplotu určit z náměrů mezi 10 a 12 hodinou. Maximální teplotu dosahují naše toky celoročně mezi 14 a 17 hodinou (v zimě dříve, v létě později). (Švehláková, 2006)

Během celého roku se vývoj teploty vody v tocích o něco opoždí za vývojem teploty vzduchu. Dlouhodobý roční průměr teploty činí od 5.4 °C do 11.9 °C, nejčastější je teplota kolem 9 °C. V malých tocích denní teplota kolísá od 3 do 6 °C, u větších toků jen kolem 1 °C. Převažující turbulentní charakter proudění způsobuje, že ve většině toků vykazuje stálou vertikální homotermii. Naopak příčný profil toku se vyznačuje výraznou

amfitermií (v létě se voda při březích prohřívá a v zimních měsících zamrzá rychleji než v proudnici). (Švehláková et al., 2006)

I když se teplota vody nemění tolik jako teplota vzduchu, i tak představuje významný mezní faktor. Tolerance organismů na teplotu přitom není stálá a může se případně zvyšovat díky navýšené adaptabilitě a aklimatizaci. (Švehláková, 2006)

Teplota v tocích je důležitý faktor nejen v procesech chemických (např. oxidace či rozkladné pochody v procesu samočištění), ale také v procesech fyzikálně-chemických, biochemických a biologických. Koreluje s mnoha proměnnými, příkladem je kyslíkový režim. Ke kolísání teplot v tocích dochází nejen během sezony, ale také během dne. (Spurný et al., 2015)

K nejmenšímu kolísání teplot v toku dochází v prameništích, kde kolísání teplot probíhá v rozpětí do 5 °C. Ke kolísání v rozpětí do 10 °C dochází v horních úsecích toků, ve středních úsecích toků je to nad 10°C a v dolních úsecích toků přesahují roční výkyvy 15 °C. (Spurný et al., 2015)

#### 4.3. pH

pH neboli záporný dekadický logaritmus koncentrace hydrogenových iontů  $H^+$  je dáno uhličitánovým systémem a v neznečištěných tocích se hodnota pohybuje v rozmezí 6,0 - 8,5. (Pitter, 1999; Švehláková et al., 2006)

Tato hodnota je úzce spjata s procesem fotosyntézy. Pokud fotosyntéza probíhá intenzivně, dochází k postupnému odčerpávání oxidu uhličitého a narušování uhličitánovápennaté rovnováhy a hodnota pH se stává zásaditější (hodnota může stoupnout až na pH 11). (Ambrožová, 2003)

pH působí na fyzikálně-chemický režim vody. Má přímý vliv na rozpustnost mnoha látek, které se významně uplatňují ve fyziologických procesech vodních organismů. Přitom je třeba nezapomenout, že ke změně pH vody dochází jak během roku, tak během 24 hodin. (Spurný et al., 2015)

Existují organismy, které jsou adaptovány na velké rozpětí hodnot pH (hodnoty 4,5 - 11). Organismy se nazývají euryiontní. Naopak stenoiontní organismy jsou vázány pouze na úzkou valenci pH (hodnoty 7,4 - 7,6). Existují také organismy obývající prostředí

s velmi nízkým pH. Je tomu například v rašeliništích, kde pH dosahuje přibližně hodnoty 3. (Ambrožová, 2003)

#### 4.4. KONDUKTIVITA

Konduktivita představuje převrácenou hodnotu odporu a její jednotkou je 1 S (siemens). Destilovaná voda nevykazuje prakticky žádnou vodivost. Vodivost vody pro elektrický proud je dána minerálními látkami, které jsou v ní rozpuštěny. Konkrétně je závislá na koncentraci a disociačním stupni elektrolytů, na nábojovém čísle iontů, na pohyblivosti iontů v elektrickém poli a na teplotě vody. Zvýšení nebo snížení teploty vody o 1 °C způsobuje změnu konduktivity přibližně o 2 %. V hydrochemii se pro konduktivitu užívá jednotka  $\text{mS.m}^{-1}$ , konduktometry obvykle udávají vodivost v  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , kdy  $1 \mu\text{S.cm}^{-1} = 0,1 \text{ mS.m}^{-1}$ . Stanovená konduktivita vody informuje o nasycení vodními anionty a kationty. Podle ní lze přibližně určit stupeň mineralizace vody. Stanovení konduktivity je přínosné při kontrolách kvality destilované vody i při jejím dlouhodobém sledování. Hodnoty konduktivity destilované vody se pohybují od 0,03–0,05  $\text{mS.m}^{-1}$ , u povrchové vody pak 5 - 70  $\text{mS.m}^{-1}$ , u minerálních vod a vod ve slaniscích dosahují hodnoty i přes 1000  $\text{mS.m}^{-1}$ . (Spurný et al., 2015)

#### 4.5. ORP

Oxidačně-redukčním potenciálem se rozumí složený parametr zahrnující celkovou intenzitu jak oxidačních tak redukčních podmínek v systému. Redox tedy odpovídá stupni balance mezi oxidací a redukcí. Konkrétně udává potenciál, na který se může nabít kovová, obvykle platinová elektroda, která se ponoří do roztoku s látkami v redukované nebo oxidované formě. Potenciál je ve vztahu k potenciálu standardní vodíkové elektrody. (Švehláková et al., 2006)

Oxidačně-redukční potenciál je závislý na hodnotách pH a kyslíku. (Ambrožová, 2003)

V přírodních a užitkových vodách se hodnoty ORP pohybuje v rozmezí od -500 mV až 500 mV. (Pitter, 2015)

Hodnoty ORP se měří snadno, avšak zhodnocení správnosti výsledků je ovlivňováno několika faktory. Naměřené hodnoty se většinou neshodují s hodnotami vypočítanými

ze složení vody. Příčinou jsou přírodní procesy, které jsou irreverzibilní, reakce v nich probíhají paralelně a jejich rychlost bývá velmi nízká. Parametry se tedy neustále mění, hlavně hodnoty pH, na kterých jsou hodnoty ORP vázány a významně je ovlivňují. (Pitter, 1999)

#### 4.6. RYCHLOST PROUDU A PRŮTOK

Rychlost proudění představuje fyzikální veličinu, označovanou obvykle jako průtočnou rychlost =  $v_{pr}$  [ $m \cdot s^{-1}$ ], resp. rychlost  $v$ . Nejvyšší rychlost se nachází ve střednici toku, a to v poslední třetině výšky vodního stavu  $H$  [m], která se měří od dna toku. Směrem ke břehům se rychlost postupně snižuje. (Švehláková et al., 2006)

Typickou a velmi významnou charakteristikou ekosystémů tekoucích vod je převažující jednosměrné proudění. To zcela zásadně ovlivňuje ostatní fyzikální a chemické parametry vody. Život organismů vodních toků je určován především charakterem proudění. Laminární proudění je přitom nesrovnatelně vzácnější oproti tzv. turbulentnímu proudění. V tocích se vyskytují nejrůznější typy habitů, dochází ke střídání lotických úseků (riffles, tedy peřejnatých částí toku s turbulentním prouděním) s lenitickými úseky (pools, tedy minimálně proudivými částmi toku). Mírně proudné úseky nesou označení „runs“. (Spurný et al., 2015)

Ke změnám rychlosti proudění v toku dochází jak v podélném, tak v příčném profilu. Nejvyšší rychlosti dosahuje tok obvykle v proudnici, a to zhruba v 40% hloubce pod vodní hladinou. Naopak nižší rychlosti mívá u hladiny, u břehu a v okolí obtékaných těles, kde se často nachází zóna klidné vody. Nejvyšší rychlosti proudění lze naměřit v tocích majících kamenité dno a velký spád; rychlost proudění tu dosahuje kolem  $1,2 m \cdot s^{-1}$ . Jako příklad mohou posloužit prudce tekoucí horské potoky a bystřiny, kde obvykle převládá balvanitý a kamenitý substrát a kde koryto toku vede zpravidla přímo. (Spurný et al., 2015)

V podélném profilu toku se spád zpravidla postupně snižuje, přičemž charakter substrátu přechází na jemnější s převažujícím hrubým a jemným štěrkem. U štěrkovitého dna mívá proudění rychlost okolo  $0,4 m \cdot s^{-1}$ . S postupem k dolním částem toku se zmenšuje spád koryta i zrnitost substrátu, což způsobuje zpomalování rychlosti proudění. U toků se středně hrubým pískem se uvádějí hodnoty okolo  $0,2 m \cdot s^{-1}$ . Nejnižší rychlosti proudění (cca  $0,1 m \cdot s^{-1}$ ) se nacházejí v dolních částech toků, kde je dno pokryto bahnitým nebo



Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

jílovitým substrátem a kde je spád toku nevýrazný. Například lze uvést dolní úseky Dunaj  
a Labe. (Spurný et al., 2015)

## 5. METODIKA ZPRACOVÁNÍ

### 5.1. VYMEZENÍ A CHARAKTERISTIKA ODBĚROVÝCH LOKALIT

Rozhodujícím faktorem pro získávání relevantních výsledků je zvolení vhodné lokality k odběru vzorků.

Lokalita neboli odběrová místa byla vybrána tak, aby nebyla ovlivněna bodovým znečištěním, aby byla dobrá dostupnost odběrového místa, příhodná hloubka toku pro odběr vzorků či měření průtoku. Také byl brán zřetel na to, aby se odběrové místo nenacházelo pod mostem či v jeho bezprostřední blízkosti, případně před nebo pod jezem.

V této práci byly vybrány 4 lokality ležící na řece Ostravici a to: Staré Hamry (1), Frýdlant nad Ostravicí (2), nad ústím Morávky (3) a Frýdek – Lískovec (4) – viz mapa 1.



Mapa 1: Mapa všech lokalit. (geoportal.gov.cz)

### **Lokalita 1**

Lokalita se nachází přibližně 50 m od měřicí stanice ČHMÚ směrem po proudu řeky. Souřadnice lokality: 49°27'42"N, 18°27'05"E. (Viz příloha, Mapa 2).

V řece byly balvany (<6 %), kameny (25–50 %), hrubý štěrk (6–12%), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (6–12 %), submerzní vegetace (12–25 %), emersní vegetace (6–12 %), marginální vegetace (>50 %).

Šířka toku u tohoto odběrového místa byla v obou měsících do 5 m, hloubka v měsíci září přibližně 0,4 m a v listopadu 0,6 m.

Břehy byly na této lokalitě zarostlé travinami a křovinami, dále od břehu pak dřevinami. Zastínění toku nepřevyšovalo 10 %. Na březích se vyskytovaly např.: devětsil bílý (*Petasites albus*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), pomněnka bahenní (*Myosotis palustris*), blatouch bahenní (*Caltha palustris*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), přeslička lesní (*Equisetum sylvaticum*), hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), šťovík úzkolistý (*Rumex stenophyllus*), ostružiník maliník (*Rubus idaeus*) a traviny (např. ostřice). Z dřevin to byly převážně olše, javory, smrky a buky.



**Obrázek 8:** Lokalita 1 – Staré Hamry (foto autorka)



## **Lokalita 2**

Tato lokalita se nachází v městě Pržnu, odběr byl proveden zhruba 100 metrů od mostu přes řeku, před výtokem z ČOV. Souřadnice lokality jsou: 49°36'30"N, 18°21'30"E (viz příloha, mapa 3).

V řece byly viděny balvany (12–25 %), kameny (25–50 %), hrubý štěrč (12–25 %), štěrč (6–12 %), drobný štěrč (6–12 %), submerzní vegetace (6–12 %), emersní vegetace (12–25 %), marginální vegetace (>50 %).

Šířka toku v této lokalitě byla v obou měsících 12,3 m a hloubka toku přibližně 0,5 m, obě tyto proměnné kolísají v závislosti na srážkách. Proudění bylo v tomto úseku řeky laminární a slabě turbulentní.

Na této lokalitě byly břehy zarostlé dřevinami a travinami, zastínění toku bylo menší než 10 %. Na březích byly k nahlédnutí vrba bílá (*Salix alba*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) a traviny (např. rákos).



**Obrázek 9:** Lokalita 2 – Frýdlant nad Ostravicí (foto autorka)

### **Lokalita 3**

Odběr vzorků byl proveden přibližně 200 m nad ústím řeky Morávky. Souřadnice lokality jsou: 49°40'15"N, 18°21'33"E (viz příloha, mapa 4).

V řece byly balvany (6–12 %), kameny (25–50 %), hrubý štěrk (12–25 %), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (12–25 %), submerzní vegetace (<6 %), emersní vegetace (6–12 %), marginální vegetace (25–50 %).

Na této lokalitě byla šířka toku 7,2 m, hloubka toku byla v září přibližně 0,5 m a v listopadu 1-1,5 m. Šířka i hloubka toku kolísá v závislosti na srážkách. Proudění bylo v tomto úseku opět laminární a slabě turbulentní.

Zastínění toku flórou bylo menší než 10 %. Na březích byly viděny topoly, javory, lísky, z bylin např. štětky planá (*Dipsacus fullonum*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea*) svída bílá (*Swida alba*) a svída krvavá (*Swida sanguinea*).



**Obrázek 10:** Lokalita 3 – Nad ústím Morávky (foto autorka)



#### **Lokalita 4**

Lokalita se nachází v obci Lískovec, přibližně 200 m od železniční stanice Frýdek-Lískovec. Souřadnice jsou: 49°41'52"N, 18°19'36"E. (Viz příloha, Mapa 5).

V řece byly balvany (12–25 %), kameny (>50 %), hrubý štěrček (12–25 %), štěrček (6–12 %), drobný štěrček (12–25 %), submerzní vegetace (<6 %), emersní vegetace (6–12 %) a marginální vegetace (>50 %).

Šířka toku dosahovala v obou měsících cca 12 m a hloubka toku byla cca 1,5 m, obě hodnoty kolísají v závislosti na srážkách. Proudění bylo v tomto úseku řeky laminární až slabě turbulentní.

Břehy byly zarostlé travinami, občas se vyskytovaly i křoviny, dále od břehu se nacházel listnatý les, až k toku dosahoval jen místy. Zastínění toku je menší než 10 %.



**Obrázek 11:** Lokalita 4 – Frýdek-Lískovec (foto autorka)

## 5.2. METODIKA ODBĚRU VZORKŮ MAKROZOOBENTOSU

Metodika odběru makrozoobentosu z broditelných tekoucích vod se provádí pomocí systému PERLA<sup>1</sup>, který je v souladu s požadavky Rámcové směrnice (WFD) (2000), a který vznikl pro klasifikaci ekologického stavu toků. (Kokeš et Němejcová, 2006) Princip je stejný jako u systému RIVPAC<sup>2</sup>, ten byl vypracován ve Velké Británii v 80. letech. Existuje také softwarová podpora tohoto systému, program HOBENT<sup>3</sup>, který je součástí metody. (Kokeš et Vojtíšková, 1999)

Jak již bylo zmíněno, systém PERLA byl vytvořen pro odběr vzorků makrozoobentosu z tekoucích broditelných vod, a proto je jeho využití omezené jen na některé úseky vodních toků a na určité stavy vodnosti. (Kokeš et Němejcová, 2006)

Odběr vzorků makrozoobentosu byl proveden v měsíci září a listopadu. Celkem bylo odebráno 27 vzorků, z toho 15 v měsíci září a 12 v měsíci listopadu.

Jako mikrohabitaty byly v toku vybrány kameny, které na všech lokalitách dominovaly, dále štěrk a mech, pokud byly na lokalitě nalezeny.

Makrozoobentos (tj. organismy > 1 mm) jsou v tekoucích vodách vázány zpravidla na povrch kamenů (epibentos), kde obývají svrchní či spodní stranu kamenů.

V měsíci září byl proveden odběr na těchto mikrohabitatech: bentická síť, svrchní strana kamenů, spodní strana kamenů, boční strana kamenů, mrtvá zóna kamenů, štěrk a mech. V měsíci listopadu byl proveden odběr pouze z bentické sítě, ze svrchních, spodních a bočních stran kamenů. Na mikrohabitatu mrtvá zóna nebyli nalezeni žádní jedinci. Mikrohabitaty štěrk a mech se v tomto měsíci na lokalitách neobjevovaly.

Makrozoobentos byl odebírán pomocí Surberova odběráku semikvantitativní metodou jako standardní tříminutové multihabitatové vzorkování (ČSN 757703) pomocí tzv. kopací metody (kick sampling). Do tohoto času byl počítán pouze čas rozrušování dna nohou. Odběr je prováděn směrem proti proudu. Dno se rozrušuje nohou nebo rukou do hloubky cca 5-10 cm a proud strhává zvržený sediment s makrozoobentosem do nastavené bentické sítě. Pokud je proud silnější, může se bentická síť umístit dále od rozrývaného místa, aby

---

<sup>1</sup> Název systému vznikl podle rodového názvu pošvatek *Perla*, které žijí převážně v neznečištěných a nenarušených tocích.

<sup>2</sup> River InVertebrate Prediction and Classification Systém.

<sup>3</sup> Název vyplývá ze zkratky slov HOdnocení podle BENTosu.

do sítě nevstupoval splavovaný písek. Pak byly nejprve ze sítě vybrány hrubší sedimenty – větvičky, listí apod. - poté byl vzorek přenesen na bílé fotomisky o rozměrech 30x50 cm, pinzetou byly vybráni jedinci a uloženi do předem připravených a vodostálým fixem popsaných epruvet, přičemž na každou lokalitu připadla jedna epruveta. (Viz příloha 2, obrázek 12).

Makrozoobentos byl dále odebírán z kamenů a mečů ručně pinzetou a roztříděn do epruvet podle místa, kde se nacházel (svrchní strana, boční strany, spodní strana a mrtvá zóna kamene).

Organismy v epruvetách byly fixovány 80% ethanolem, vzorky byly řádně popsány a uschovány pro další zpracování v laboratoři.

V laboratoři byl bentos zpracován pod binokulární lupou, některé řády dále pod mikroskopem (Bresser – LCD Micro). Dále se ke zpracování využívaly preparační jehly, pinzety, Petriho misky, mikroskopická skla a determinační literatura (Zahrádková et Soldán, 1998; Krno, 1998; Helešic, 1994). Jedinci z vybraných řádů (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) byli determinováni do úrovně druhu.

Determinovaní jedinci byli spočítáni a zapsáni do tabulek (viz příloha 3), které se posléze vyhodnotili.

### 5.3. MĚŘENÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH PROMĚNNÝCH

Měření vybraných proměnných (kyslík, teplota, pH, konduktivita, ORP a průtok) vždy probíhalo před vlastním odběrem vzorků makrozoobentosu na všech lokalitách, až na měření průtoku, který byl měřen pouze na 2 lokalitách (Frýdlant nad Ostravicí a nad ústím do Morávky) a to až po odebrání vzorků makrozoobentosu. Na zbylých lokalitách (Staré Hamry a Frýdek-Lískovec) byly průtoky převzaty od Českého hydrometeorologického ústavu.

Hodnoty byly měřeny přístroji: pH 3310 SET 2 (incl. SenTix® 41) a Oxi 3310 SET 1 (incl. Cellox® 325) a kapesním konduktometrem HQ 30d (s elektrodou CDC401, HACH). Průtok byl měřen pomocí hydrovrtule STS 005 (rozsah 5 cm – 5 m·s<sup>-1</sup>) od firmy Greisinger. Všechny tyto přístroje byly zapůjčeny z laboratoří VŠB- TU Ostrava.



Hodnoty kyslíku byly měřeny přístrojem Oxi 3310 SET 1 (incl. CellOx® 325), a to vždy v proudnici a cca metr od pravého a metr od levého břehu, kde se vložila sonda do vody, a vyčkalo se na ustálení hodnot, které trvalo přibližně 3-5 minut. Poté byly naměřené hodnoty zapsány v  $\text{mg.l}^{-1}$  a také v procentech (viz příloha 4, tabulky 1 a 2). Ve výsledku byly hodnoty zprůměrovány a zapsány do tabulek (MS Excel).

Teplota vody byla měřena přístroji Oxi 3310 SET 1 (incl. CellOx® 325). Měření bylo provedeno v proudnici a přibližně metr od pravého a levého břehu. Sonda přístroje byla vložena do vody a po ustálení (cca 3-5 minut) byly hodnoty zapsány (viz příloha 4, tabulky 3 a 4) a posléze zpracovány v programu MS Excel. Hodnoty byly měřeny ve stupních Celsia.

pH bylo měřeno přístrojem pH 3310 SET 2 (incl. SenTix® 41), sonda byla ponořena do vody v proudnici a cca metr od pravého a metr od levého břehu řeky. Vyčkalo se na ustálení hodnot (cca 2-3 minuty) a poté byly hodnoty zapsány (viz příloha 4, tabulky 5 a 6). Zpracování bylo provedeno v programu MS Excel.

Konduktivita byla také měřena v proudnici a přibližně metr od pravého a levého břehu řeky a to kapesním konduktometrem HQ 30d s elektrodou CDC401, od firmy HACH. Po ustálení (cca 3-5 minut) byly hodnoty zapsány (viz příloha 4, tabulky 7 a 8) a posléze zpracovány v programu MS Excel. Hodnoty byly měřeny v jednotkách  $\mu\text{S}$ .

ORP byl měřen pomocí přístroje pH 3310 SET 2 (incl. SenTix® 41) a to vždy v proudnici a cca metr od pravého a metr od levého břehu řeky. Sondy byly ponořeny do vody a po ustálení hodnot byly hodnoty zapsány (v jednotkách mV) viz příloha 4, tabulky 9 a 10. Poté byly hodnoty zpracovány v programu MS Excel.

Průtok byl měřen na 2 lokalitách, ve Frýdlantu nad Ostravicí (lokalita 2) a nad ústím Morávky (lokalita 3), a to pomocí hydrometrického stanovení. K tomuto stanovení se používá hydrometrická vrtule (hydrovrtule), pro naše měření byla použita vrtule STS 005 (rozsah  $5 \text{ cm} - 5 \text{ m.s}^{-1}$ ) od firmy Greisinger. Nejdříve bylo vybráno vhodné místo pro měření průtoku, tedy dostatečně hluboké (pro změření jak maxima, tak minima proudění), místo bylo vyčištěno od veškerých nečistot (nahromaděné listí, naplavené dřevo aj.) a prozkoumáno (z důvodu určení počtu svislic). Poté bylo na daném místě nataženo pásmo (od břehu ke břehu). Na lokalitě 2 byla šířka toku 12,3 m, a proto bylo určeno 12 svislic ve

vzdálenosti vždy 1 m. Na lokalitě 3 bylo určeno také 12 svislic (šířka toku 7,2 m) a to vždy po 0,6 m. Počet bodů měření byl stanoven na základě hloubky. Jelikož na obou lokalitách byla hloubka toku do 0,5 m, byla stanovena dvoubodová metoda měření. Měření bylo započato vždy u břehu a postupovalo se dále směrem ke břehu druhému. Při měření se pomocí měřicí tyče změřila hloubka, ta se vždy vynásobila čísly 0,2 a 0,8 a ve vypočtené hloubce se měřila pomocí hydrovrtule rychlost proudění. Výsledné hodnoty byly zapsány a poté spočítány (viz příloha 4, protokol 1-4). (Švehlák et al., 2006) Ostatní hodnoty, z lokalit Staré hamry a Frýdek-Lískovec, byly převzaty z webových stránek Českého hydrometeorologického ústavu. Výsledné hodnoty byly zapsány do tabulek (viz příloha 3, tabulky 11 a 12).

#### 5.4. STATISTICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ

Existuje mnoho typů indexů, podle nichž lze hodnotit společenstva makrozoobentosu.

V této práci byly použity indexy, které popisují podíl jednotlivých taxonů na celkové složení společenstva, tedy indexy vyjadřující dominanci a konstanci druhů ve vzorku, i při sledování delšího časového období. Jako další index byl použit index diverzity.

##### Dominance

Dominance je řazena spolu s hustotou a abundancí mezi kvantitativní (tj. četnostní) vlastnosti zoocenóz. Grafy byly vypracovány na základě vzorce, který hodnotí dominanci v zoocenózách:  $D = \frac{n}{s} \cdot 100 [\%]$ , kde  $n$  je počet jedinců určitého druhu na lokalitě a  $s$  je celkový počet všech druhů zoocenózy,  $D$  je dominance druhu. Výsledek je uváděn v procentech. Dnes je používáno pět tříd dominance a to:

- eudominantní druhy (>10 %),
- dominantní (5–10 %),
- subdominantní (2–5 %),
- recedentní (1–2 %),
- subrecedentní (< 1 %).

Hodnoty dominance jsou ovlivněny především počtem druhů, které zoocenózu tvoří, a jsou snižovány s rostoucím počtem druhů v zoocenóze. Z toho vyplývá, že u společenstev

s velkým počtem druhů je dominance nejpočetnějších druhů nižší než v zoocenózách, které jsou druhově chudší. (Losos et al., 1987)

### Konstance

Konstance je vyjadřována stálostí druhového složení určitého typu zoocenózy. K tomuto vyjádření se používá vzorec  $K = \frac{n_i}{s} \cdot 100 [\%]$ , kde  $n_i$  je počet vzorků, ve kterém se druh vyskytoval,  $s$  je počet všech odebraných vzorků a  $K$  je konstance. Výsledky jsou uváděny v procentech. Podle Tischlera (1947) se konstance dělí do čtyř tříd:

- druhy eukonstantní – velmi stálé (75 – 100 %)
- konstantní – stálé (50 – 75 %),
- akcesorické – přídatné (25 – 50 %),
- akcidentální – nahodilé (0 – 25 %).

Nejvýznamnější jsou druhy, jejichž stálost je větší než 50 %.

### Shannon-Wienerův index

Alfa diverzita určité lokality, vymezené plochy či společenstva, je vyjadřována buď prostým počtem druhů (vyskytujících se na dané lokalitě) nebo pomocí indexů diverzity. Shannon-Wienerův index (někdy také Shannon-Weaverův index) zohledňuje i další atributy diverzity jako například vyváženost abundancí jednotlivých druhů. Tento index tedy vychází z informační teorie, jeho matematický vztah pro výpočet je:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{n_i}{N},$$

kde  $S$  je celkový počet taxonů,  $n_i$  je počet jedinců  $i$ -tého druhu a  $N$  je celkový počet jedinců. Teoreticky index nabývá hodnot od 0, obvykle však nabývá hodnot od 1,5 do 4,5.

### Margalefův index

Margalefův index patří mezi nejjednodušší typ indexu diverzity, který je založen na početnosti druhů. Je dán vztahem:

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)},$$

kde  $S$  vyjadřuje počet taxonů a  $N$  celkový počet jedinců. (Jarkovský et al., 2012)

### Simpsonův index

Simpsonův index je nejznámější index, který je založen na dominanci. Je intenzivně závislý na nejpočetnějším druhu a naopak méně citlivý ke vzácným druhům. Nabývá převážně hodnot od 0 do 1. Čím vyšší hodnota vychází, tím víc stoupá dominance a naopak klesá vyrovnanost společenstva. Index je dán vztahem:

$$D = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)},$$

kde  $S$  vyjadřuje počet taxonů,  $n_i$  počet jedinců  $i$ -tého druhu a  $N$  celkový počet jedinců. (Jarkovský et al., 2012)

### Program Canoco

Pro zhodnocení závislostí environmentálních proměnných na makrozoobentos byl použit program CANOCO for Windows 4.5. Ten umožňuje několik druhů gradientních analýz.

Nejprve je důležité, aby byla zpracována vstupní data. Ta byla zpracována v programu MS Excel jako obdélníková matice, kde v řádcích byly jednotlivé vzorky a ve sloupcích proměnné. Poté byla tabulka pomocí Windows Clipboard zkopírována do paměti, kde si ji převzal program WCanolmp a určil její vlastnosti (např. počet desetinných míst, rozsah hodnot). Následně došlo k vytvoření nového souboru, který odpovídá požadavkům programu Canoco.

Jako první je důležité provést detrendovanou korespondenční analýzu (DCA), pomocí níž se určí délka gradientu na první ose. Délka gradientu je důležitá pro další určení metod. Pokud je délka gradientu menší než 3, je vhodné užít lineární metodu - analýza hlavních komponent (PCA), avšak při délce gradientu větší než 4 je používána unimodální metoda a to kanonická korespondenční analýza (CCA). (Lepš et Šmilauer, 2000)

Jelikož délky gradientu činily u všech provedených detrendovaných korespondenčních analýz (DCA) hodnotu menší než 3, byla v této diplomové práci zvolena nepřímá lineární ordinace (PCA). Metoda se používá jako nástroj pro redukci počtu proměnných (např. před klasifikací dat), ale také umožňuje vizualizaci vícerozměrných dat díky snížení počtu proměnných. Také slouží k odhalení skrytých (latentních) proměnných, které mohou napomoci interpretaci dat. ([portal.matematickabiologie.cz](http://portal.matematickabiologie.cz))

## 6. VÝSLEDKY A DISKUSE

Měření vybraných environmentálních proměnných a odběr vzorků bylo provedeno v měsíci září (30. 9. 2016) a měsíci listopadu (5. 11. 2016). Celkem bylo odebráno 720 jedinců (z toho 419 v měsíci září a 301 v měsíci listopadu), patřících do 30 taxonů, většinou druhů. Druhová úroveň byla určena u 29 taxonů.

Nejpočetnější byla čeleď *Chironomidae* s počtem 156 odebraných jedinců (z toho 27 v září a 129 v listopadu). Následoval druh *Baetis rhodani* s celkem odebranými 129 jedinci (111 v měsíci září a 18 v měsíci listopadu), *Hydropsyche pellucidula* s celkem 65 jedinci (v měsíci září bylo odebráno 42 jedinců a v měsíci listopadu 23 jedinců), *Baetis lutheri* s 50 odebranými jedinci (41 v měsíci září a 9 v měsíci listopadu) a *Gammarus pulex*, který byl odebrán v počtu 34 jedinců (8 v září a 26 v listopadu). Další druhy byly zastoupeny v počtu menším než 30 jedinců.

Ve vzorcích se také objevil druh *Asellus aquaticus*, který obývá hlavně stojaté nebo mírně tekoucí vody. Tento druh byl nalezen v obou měsících, v měsíci září na lokalitě 3 (v počtu 3 jedinců) a v měsíci listopadu na lokalitě 3 (v počtu 1 jedince) a lokalitě 4 (v počtu 2 jedinců). Výskyt tohoto druhu lze vysvětlit přechodnou změnou životních podmínek, zdroj také uvádí, že tento druh se vyskytuje společně s kroužkovci a pijavkami a je indikátorem poměrně silného organického znečištění vod (<http://www.priroda-valasska.cz>). Na lokalitě 3 opravdu druh *Asellus aquaticus* doprovázely pijavky druhu *Erpobdella octoculata*. Díky databázi IS ARROW bylo dohledáno, že tento druh se na obou lokalitách vyskytoval a to v hojném počtu v letech 2007 a 2008 (<http://hydro.chmi.cz/isarrow/>).

Zastoupení druhů bylo v obou měsících obdobné, v zářijovém odběru bylo nalezeno 27 druhů a čeleď *Chironomidae* a v listopadovém odběru 19 druhů a také čeleď *Chironomidae*. V listopadovém odběru zcela chybělo zastoupení řádu *Plecoptera*, dále se ve vzorcích neobjevily druhy *Psychomyia pusilla*, *Baetis vernus*, *Ephemera danica*, *Atherix ibis*, *Dicranota sp.*, *Simulium sp.*, *Radix peregra* a *Ameletus inopinatus*. Naopak v zářijovém odběru chyběly druhy *Orectochilus vilosus* a *Elmis aenea*.

### Lokalita 1

Na Starých Hamrech, kde probíhal odběr v září, bylo celkem odebráno 241 jedinců a to z mikrohabitatů: bentická síť, svrchní strany kamenů, boční strany kamenů, spodní strany kamenů, mrtvá zóna kamenů, štěrk a mech.

Na lokalitě se vyskytoval řád *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Amphipoda*, *Plecoptera* a *Trichoptera*. Řád *Ephemeroptera* byl na této lokalitě nejhojnější. Odebráno bylo celkem 198 jedinců patřících do pěti čeledí (*Heptageniidae*, *Baetidae*, *Ephemeridae*, *Ameletidae* a *Leptophlebiidae*). U čeledi *Heptageniidae* bylo zastoupení dvěma druhy, u čeledi *Baetis* bylo zjištěno pět druhů, ostatní čeledi byly zastoupeny jedním druhem. Řád *Plecoptera* byl zastoupen pouze jednou čeledí (*Perlodidae*) a jedním druhem a to v počtu 9 jedinců. K řádu *Trichoptera* náleží 18 jedinců patřících do čtyř čeledí (*Polycentropidae*, *Hydropsychidae*, *Rhyacophilidae* a *Psychomyiidae*). Ke každé čeledi náleží vždy jeden druh. Řád *Diptera* byl zde zastoupen 15 jedinci patřícími do čtyř čeledí (*Chironomidae*, *Athericidae*, *Simuliidae* a *Pediciidae*), k nimž vždy připadl jeden druh. K řádu *Amphipoda* náleží také pouze jedna čeleď (*Gammaridae*) a jeden druh a odebrán byl pouze jeden jedinec. Všechny tyto údaje jsou zaznamenány v příloze 3 (viz tabulka 13 a 14).

Nejčastější druhy této lokality byly *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri* a *Rhithrogena semicolorata* patřící k řádu *Ephemeroptera*.

### Lokalita 2

Na lokalitě Frýdlant nad Ostravicí probíhal odběr v měsíci září i listopadu. Celkem bylo odebráno 230 jedinců a to z mikrohabitatů: bentická síť, svrchní strany kamenů, boční strany kamenů, spodní strany kamenů a mech. Na mikrohabitatů mrtvá zóna kamenů nebyli nalezeni žádní jedinci.

Na této lokalitě bylo odebráno nejvíce taxonů. Zjištěny byly řády *Arhynchobdellida*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Lumbriculida*, *Plecoptera*, *Pulmonata*, *Seriata* a *Trichoptera*. Řád *Ephemeroptera* byl odebrán v počtu 90 jedinců zastoupených ve třech čeledích (*Baetidae*, *Heptageniidae* a *Leptophlebiidae*). Čeleď *Baetidae* byla zastoupena čtyřmi druhy, ostatní čeledi jedním druhem. U řádu *Plecoptera* byla zjištěna jedna čeleď (*Leuctridae*) a jeden druh, odebrán bylo 15 jedinců. Řád *Trichoptera* byl odebrán v počtu

48 jedinců patřících do tří čeledí (*Hydropsychidae*, *Rhyacophilidae* a *Polycentropidae*). Ke každé čeledi náleží vždy jeden druh. Řád *Pulmonata* byl odebrán v počtu 2 jedinců, zastoupen byl také pouze jednou čeledí (*Lymnaeidae*) a jedním druhem. Řád *Arhynchobdellida* zde byl zastoupen jednou čeledí (*Erpobdellidae*) a jedním druhem v počtu 1 jedince. K řádu *Coleoptera* náleží dvě čeledi (*Elmidae* a *Gyrinidae*), přičemž na každou čeleď připadá jeden druh. Odebráni byli v počtu 2 jedinců. U řádu *Diptera* bylo zjištěno 58 jedinců, kteří náleží do dvou čeledí (*Chironomidae* a *Simuliidae*). U těchto čeledí nebyli jedinci determinováni do druhu. K řádu *Lumbriculida* patří pouze jedna čeleď (*Lumbriculidae*) s jedním druhem, který byl odebrán v počtu 12 jedinců. K řádu *Seriata* náleží jedna čeleď (*Dugesiiidae*) a jeden druh s počtem 2 jedinců. (Viz příloha 3, tabulka 13 a 14).

Na lokalitě byly opět nejhojnější druhy *Baetis rhodani* a *Baetis lutheri* patřící k řádu *Ephemeroptera*.

### Lokalita 3

Nad ústím Morávky probíhal odběr také v obou měsících (září a listopad) a celkem bylo odebráno 175 jedinců. Vzorky byly získány z mikrohabitatů: bentická síť, svrchní strany kamenů, boční strany kamenů a spodní strany kamenů. Ostatní mikrohabitaty se na lokalitě nevyskytovaly.

Nalezeny byly řády *Arhynchobdellida*, *Amphipoda*, *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Isopoda*, *Lumbriculida*, *Seriata* a *Trichoptera*. K řádu *Ephemeroptera* náleží pouze jedna čeleď (*Baetidae*) s určením tří druhů, odebrány byly v počtu 15 jedinců. Řád *Trichoptera* náleží do tří čeledí (*Hydropsychidae*, *Rhyacophilidae* a *Polycentropidae*). U každé čeledi byl zjištěn jeden druh a odebráni byli v počtu 49 jedinců. U řádu *Arhynchobdellida* byla zjištěna jedna čeleď (*Erpobdellidae*) a jeden druh v počtu 3 jedinců. Řád *Amphipoda* byl odebrán v počtu 33 jedinců, kteří patří do jedné čeledi (*Gammaridae*) a jednoho druhu. Řád *Diptera* byl odebrán v počtu 59 jedinců patřících do jedné čeledi (*Chironomidae*), druh u této čeledi nebyl determinován. U řádu *Isopoda* byla zjištěna jedna čeleď (*Asellidae*) a jeden druh, odebráni byli 4 jedinci. Taktéž řád *Lumbriculida* a *Seriata* náleží pouze do jedné čeledi (*Lumbriculidae* a *Dugesiiidae*). Řád *Lumbriculida* byl odebrán v počtu 2 jedinců a řád *Seriata* v počtu 10 jedinců. (Viz příloha 3, tabulka 13 a 14).



Nejpočetnější byla na této lokalitě čeleď *Chironomidae* patřící k řádu *Diptera* a druhy *Hydropsyche pellucidula* (řád *Trichoptera*) a druh *Gammarus pulex*, který náleží do řádu *Amphipoda*.

#### Lokalita 4

Na lokalitě Frýdek-Lískovec byl odběr proveden pouze v měsíci listopadu. Bylo zde odebráno nejméně jedinců ze všech lokalit a to 74. Jedinci byli odebráni z bentické sítě, svrchních stran kamenů, bočních stran kamenů. Na spodních stranách kamenů nebyli nalezeni žádní jedinci. Ostatní mikrohabitaty se na lokalitě nevyskytovaly.

Zastoupeny zde byly řády *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Isopoda*, *Pulmonata* a *Trichoptera*. Řád *Ephemeroptera* byl odebrán v počtu 19 jedinců náležících do dvou čeledí (*Baetidae* a *Heptageniidae*). Do čeledi *Baetidae* patří dva druhy a do čeledi *Heptageniidae* jeden druh. Řád *Trichoptera* byl odebrán v počtu 15 jedinců, kteří patří do dvou čeledí (*Hydropsychidae* a *Rhyacophilidae*). Ke každé čeledi náleží jeden druh. K řádu *Diptera* náleží čeleď *Chironomidae* s počtem odebraných 37 jedinců. K řádům *Isopoda* a *Pulmonata* byla zjištěna pouze jedna čeleď (*Asellidae* a *Planorbidae*). Čeleď *Asellidae* byla odebrána v počtu 2 jedinců a čeleď *Planorbidae* v počtu 1 jedince. (Viz příloha 3, tabulka 13 a 14).

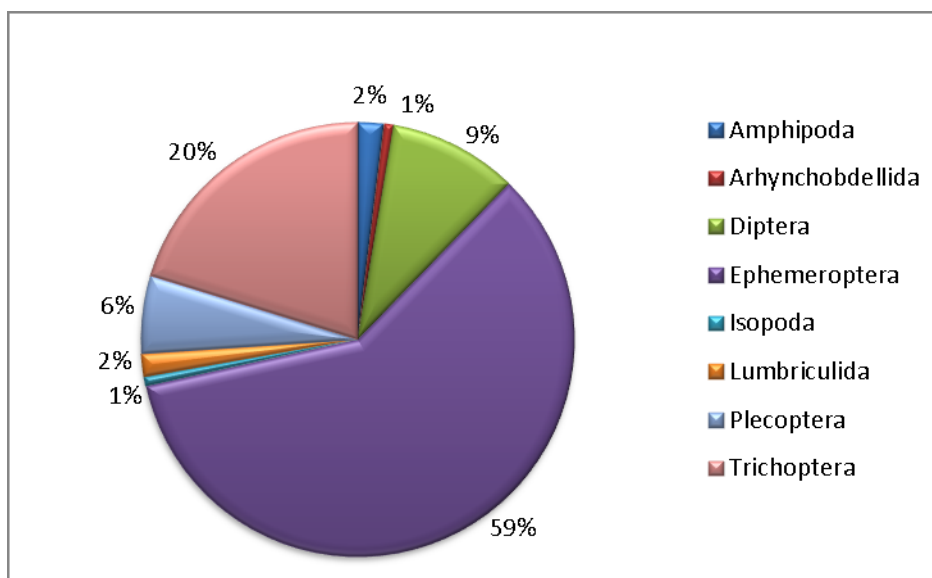
Na této lokalitě se vyskytovala nejčastěji čeleď *Chironomidae* patřící k řádu *Diptera* a druhy *Baetis lutheri* (řád *Ephemeroptera*) a *Hydropsyche pellucidula* (řád *Trichoptera*).

#### Dominance

Dominance byla sledována v rámci měsíců září a listopadu na všech lokalitách, také v rámci každé lokality zvlášť a v rámci vyskytujících se mikrohabitatů.

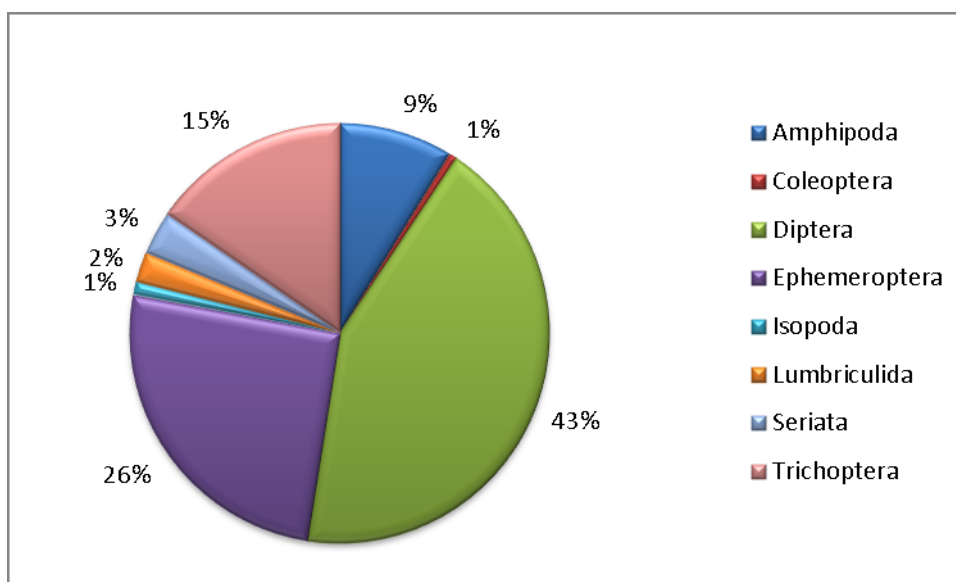
Následující dva grafy (graf 1 a graf 2 na další straně) znázorňují celkovou dominanci řádů v měsíci září a měsíci listopadu.

Z grafu 1 (na další straně), který znázorňuje zastoupení řádů v měsíci září je zřejmé, že eudominantní byly druhy řádu *Ephemeroptera* (59 %) a *Trichoptera* (20 %), dominantní je řád *Diptera* (9 %) a *Plecoptera* (6 %), subdominance patří řádům *Amphipoda* a *Lumbriculida* (2 %) a recedentní jsou řády *Isopoda* a *Arhynchobdellida* (1 %).



**Graf 1:** Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci září

Naopak v zastoupení řádů v měsíci listopadu (viz graf 2) byly eudominantní řády *Diptera* (43 %), *Ephemeroptera* (26 %) a *Trichoptera* (15 %). Dominantní byl řád *Amphipoda* (9 %), subdominantní řády *Seriata* (3 %) a *Lumbriculida* a recedentní *Coleoptera* a *Isopoda* (1 %).



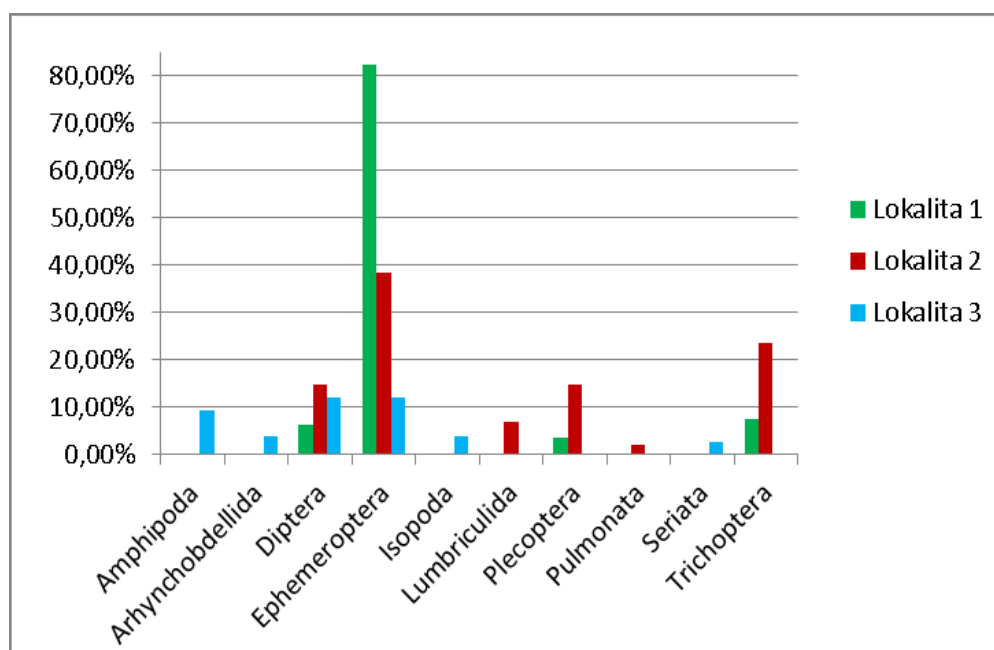
**Graf 2:** Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci listopadu

Při srovnání těchto grafů je zřejmá vyrovnanost mezi řády *Ephemeroptera* a *Trichoptera*, které se řadí mezi subdominantní druhy v obou měsících. Naopak lze vidět

disproporci mezi řády *Diptera*, *Plecoptera* a *Amphipoda*. Největší rozdíl je u řádu *Diptera*, který byl v měsíci září dominantní (9 %), ale v měsíci listopadu eudominantní (43 %). U řádu *Plecoptera* je také značný rozdíl, v měsíci září je řád dominantní (6 %), ale v měsíci listopadu se řád nevyskytoval ani na jedné z lokalit. Řád *Amphipoda* je v měsíci září subdominantní (2 %), kdežto v měsíci listopadu vykazuje tento druh dominanci (9 %). Stabilní podíl vykazuje řád *Lumbriculida* a *Isopoda*, přičemž řád *Lumbriculida* byl v obou měsících subdominantní (2 %), a řád *Isopoda* recedentní (1 %).

Následovalo zjištění dominance řádů na jednotlivých lokalitách v měsíci září a měsíci listopadu (viz graf 3 a 4).

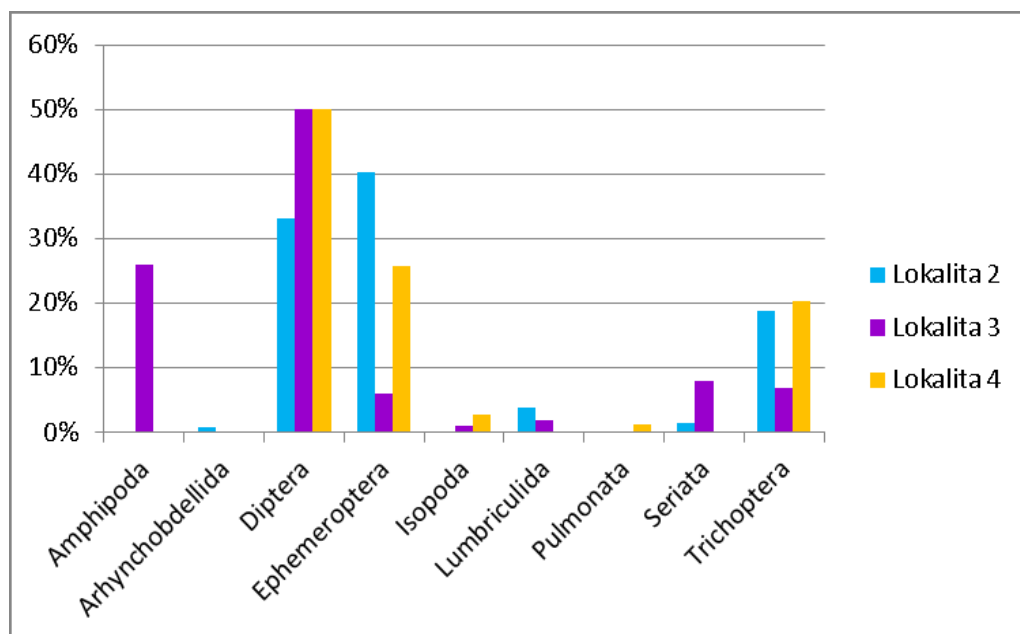
V září byl na lokalitě 1 eudominantní řád *Ephemeroptera* (82,2 %), dominantní byly řády *Trichoptera* (7,5 %) a *Diptera* (6,2 %). Recedentní byl druh *Plecoptera* (3,7 %) a subrecedentní řád *Amphipoda* (0,4 %). Ostatní řády se na této lokalitě nevyskytovaly. Na lokalitě 2 bylo eudominantní zastoupení vyšší. Patří zde řády *Ephemeroptera* (38,3 %), *Trichoptera* (23,5 %), *Plecoptera* (14,7 %) a *Diptera* (14,7 %). Dominantní byl řád *Lumbriculida* (6,8 %) a subdominantní řád *Pulmonata* (2 %). Ostatní řády nebyly na lokalitě nalezeny. Na lokalitě 3 byly eudominantní řády *Ephemeroptera* a *Diptera* (12 %), dominantní byl řád *Amphipoda* (9,3 %) a subdominantní byly řády *Arhynchobdellida* (4 %), *Isopoda* (4 %) a *Seriata* (2,7 %).



Graf 3: Dominance jednotlivých řádů na všech lokalitách v měsíci září

.Při srovnání celkové dominance na všech lokalitách s dominancí na jednotlivých lokalitách, v měsíci září, docházíme k závěru, že celkově byly v měsíci září eudominantní řády *Ephemeroptera* (59 %) a *Trichoptera* (20 %) a dominantní řád *Diptera* (9 %) a *Plecoptera* (6 %). Subdominance patřila řádům *Amphipoda* a *Lumbriculida* (2 %). Recedentní byly řády *Isopoda* a *Arhynchobdellida* (1 %). V jednotlivých lokalitách se však vyskytovaly výraznější odchylky. Řád *Diptera* nedosáhl dominance v lokalitě 1. Řád *Ephemeroptera* byl sice subdominantní ve všech lokalitách, avšak rozdíl mezi lokalitami 1 a 3 činí téměř 60 %. Zajímavý je výskyt rodu *Lumbriculida*, který se v září vyskytoval jen na lokalitě 2, kde dosahoval dominance. Výrazně vyšší výskyty na lokalitě 2 vykazovaly i řády *Pulmonata*, *Plecoptera* a *Tricoptera*. *Plecoptera* i *Trichoptera* byly na této lokalitě subdominantní, ale na lokalitě 3 se nevyskytovaly vůbec. Naopak pouze v lokalitě 3 se vyskytovaly řády *Arhynchobdellida*, *Seriata* a *Isopoda*.

V grafu 4 na další straně lze vidět, že v měsíci listopadu byly na lokalitě 2 eudominantní řády *Ephemeroptera* (40 %), *Diptera* (33 %) a *Trichoptera* (19 %). Subdominantní byly řády *Lumbriculida* (4 %) a *Seriata* (2 %). Subrecedentní byl řád *Arhynchobdellida* (0,8 %). Ostatní řády nebyly na lokalitě nalezeny. Na lokalitě 3 byly eudominantní řády *Diptera* (50 %) a *Amphipoda* (26 %). Dominantní byly řády *Seriata* (8 %), *Trichoptera* (7 %) a *Ephemeroptera* (3 %). Subdominantní byl řád *Lumbriculida* (2%) a subrecedentní řád *Isopoda* (1%). Řády *Arhynchobdellida* a *Pulmonata* na lokalitě nalezeny nebyly. Na poslední lokalitě (4 %) byly eudominantní řády *Diptera* (50 %), *Ephemeroptera* (25,7 %) a *Trichoptera* (20,3 %). Subdominantní byl řád *Isopoda* (2,7 %) a recedentní řád *Pulmonata* (1,3 %). Zbylé řády se na lokalitě nevyskytovaly.



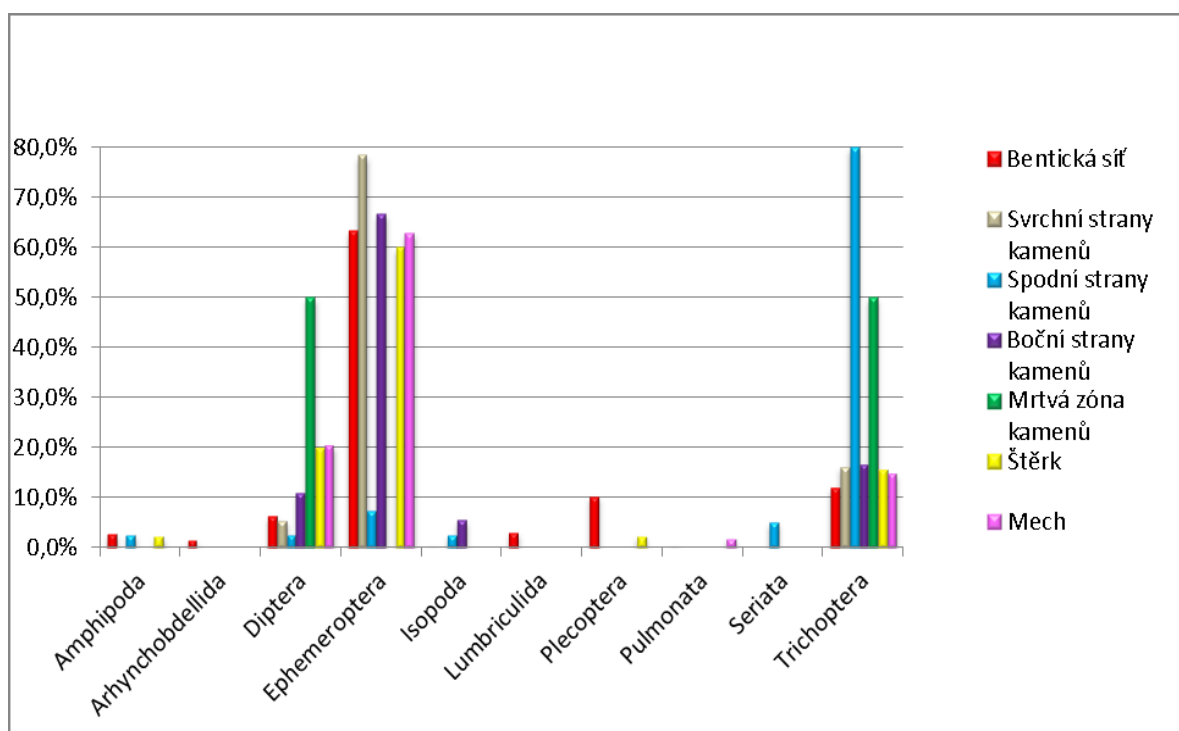
**Graf 4:** Dominance jednotlivých řádů na všech lokalitách v měsíci listopadu

Pokud srovnáme celkovou dominanci na všech lokalitách s dominancí na jednotlivých lokalitách (v měsíci listopadu), dojdeme k závěru, že v měsíci listopadu byly eudominantní řády *Diptera* (43 %), *Ephemeroptera* (26 %) a *Trichoptera* (15 %). Dominantní byl řád *Amphipoda* (9 %), subdominantní řády *Seriata* (3 %) a *Lumbriculida* a recedentní *Coleoptera* a *Isopoda* (1 %). Mezi jednotlivými lokalitami se ale opět ukázaly výrazné rozdíly ve výskytech. Na všech lokalitách eudominantní řád *Diptera* měl výskyt o 20 % nižší v lokalitě 2. Celkově endominantní *Ephemeroptera* a *Trichoptera* nedosáhly eudominance v lokalitě 3. Výrazně větší výskyt v lokalitě 2 vykazovaly řády *Arhynchobdellida* a *Lumbriculida*. Výrazně větší výskyt v lokalitě 3 pak řády *Seriata* a *Amphipoda*, který se nevyskytl na jiné lokalitě. Řády *Isopoda* a *Pulmonata* měly nejvyšší početnost na lokalitě 4; *Pulmonata* se vyskytla jen na této lokalitě.

A jako poslední byla dominance řádů vyhodnocena pro každý mikrohabitat (viz grafy 5 a 6 na následující straně).

Ze zářijového grafu (5) je zřejmé, že v odběru z bentické sítě byly eudominantní řády *Ephemeroptera* (63,6 %), *Trichoptera* (12,1 %) a *Plecoptera* (10,3 %). Dominantní byl řád *Diptera* (6,3 %), subdominantní řády *Lumbriculida* (3,1 %), *Amphipoda* (2,7 %) a *Arhynchobdellida* (1,4 %) a subrecedentní řády *Isopoda* (0,4 %) a *Pulmonata* (0,4 %).

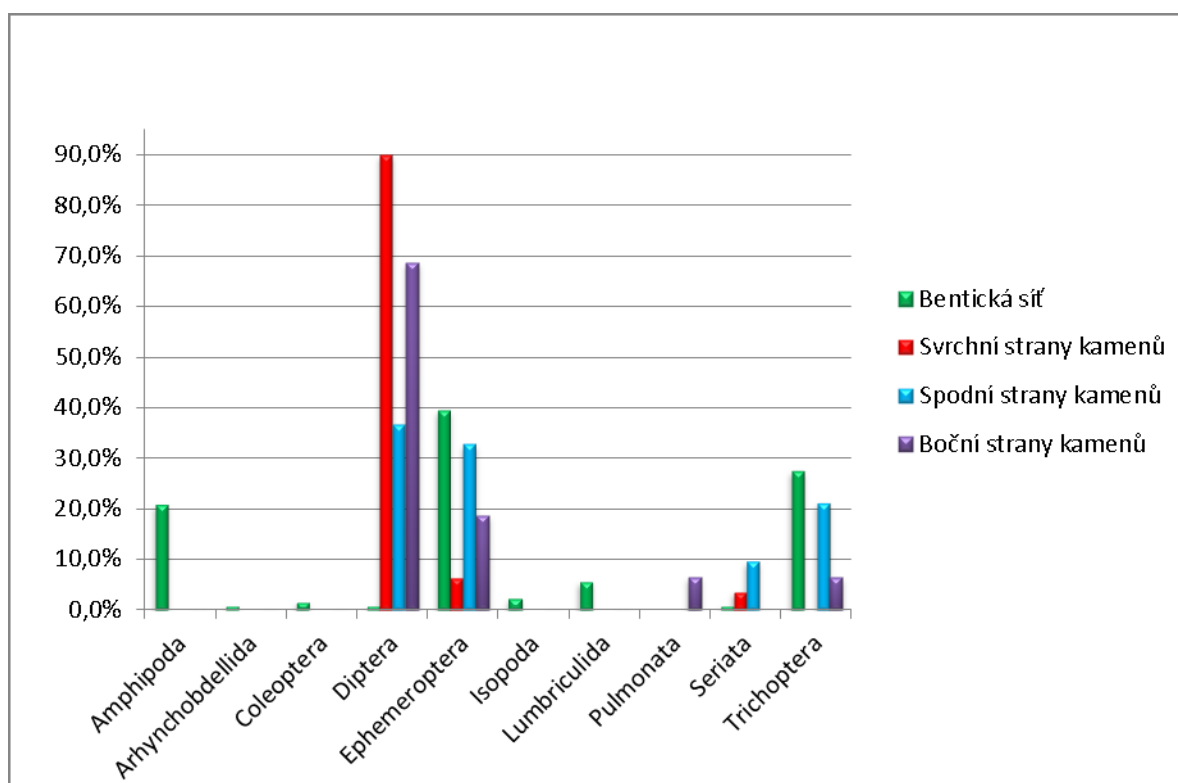
Na svrchních stranách kamenů byly eudominantní řády *Ephemeroptera* (78,4 %) a *Trichoptera* (16 %) a dominantní byl řád *Diptera* (5,4 %). Na spodních stranách kamenů byl eudominantní řád *Trichoptera* (80 %), dominantní byly řády *Ephemeroptera* (7,5 %) a *Seriata* (5 %) a subdominantní řády *Amphipoda* (2,5 %) a *Diptera* (2,5 %). Na bočních stranách kamenů byl eudominantní řád *Ephemeroptera* (66,7 %), *Trichoptera* (16,7 %) a *Diptera* (11,1 %). Dominantní byl řád *Isopoda* (5,5 %). Na mrtvé zóně kamenů byly eudominantní řády *Trichoptera* a *Diptera* (50 %). Na šterku byly eudominantní řády *Ephemeroptera* (60 %), *Trichoptera* (15,5 %) a *Diptera* (20 %), subdominantní byly řády *Plecoptera* (2,3 %) a *Amphipoda* (2,2 %). Na posledním mikrohabitatu, šterku, byly eudominantní řády *Ephemeroptera* (62,9 %), *Trichoptera* (14,8%) a *Diptera* (20,4 %), subdominantní byl řád *Pulmonata* (1,9 %).



**Graf 5:** Dominance řádů na jednotlivých mikrohabitatech v měsíci září

V listopadovém odběru (viz graf 6 na následující straně) byly v benthické síti eudominantní řády *Ephemeroptera* (39,5 %), *Trichoptera* (27,5 %) a *Amphipoda* (20,9 %). Dominantním byl řád *Lumbriculida* (5,7%), subdominantním řád *Isopoda* (2,4 %), recedentním řád *Coleoptera* (1,6 %) a subrecedentním řád *Arhynchobdellida* (0,8 %),

*Diptera* (0,8 %) a *Seriata* (0,8 %). Na svrchních stranách kamenů byl eudominantní řád *Diptera* (89,9 %), dominantní řád *Ephemeroptera* (6,4 %) a subdominantní řád *Seriata* (3,7 %). Na spodních stranách kamenů byly eudominantní řády *Ephemeroptera* (32,7 %), *Trichoptera* (21,2 %) a *Diptera* (36,5 %). Dominantním byl řád *Seriata* (9,6 %). Na bočních stranách kamenů byly endominantní řády *Ephemeroptera* (18,6 %) a *Diptera* (68,6 %), dominantní byly řády *Trichoptera* a *Pulmonata* (6,4 %).



**Graf 6:** Dominance řádů na jednotlivých mikrohabitátech v měsíci listopadu

Při srovnání těchto dvou grafů lze konstatovat, že v odběru z bentické sítě je shodná eudominance řádů *Ephemeroptera* a *Trichoptera*, přičemž v měsíci září byl navíc eudominantní řád *Plecoptera* a v měsíci listopadu řád *Amphipoda*. V listopadovém odběru se ale řád *Plecoptera* nevyskytoval na žádné z lokalit. Další shody řádů na tomto mikrohabitatu nebyly. Na svrchních stranách kamenů nebyla žádná shoda v dominanci řádů. Řád *Ephemeroptera* byl v září eudominantní, ale v listopadu byl řád dominantní. Naopak v listopadu byl eudominantní řád *Diptera* a v září byl tento řád dominantní. Na spodních stranách kamenů je viditelná shoda u řádu *Trichoptera*, který byl eudominantní. V listopadovém odběru jsou navíc eudominantní řády *Ephemeroptera*

a *Diptera*, naopak v zářijovém odběru je řád *Ephemeroptera* dominantní a řád *Diptera* subdominantní. Shoda je také u řádu *Seriata*, který byl dominantním v září i listopadu. Na bočních stranách kamenů se shodovali v eudominanci řády *Ephemeroptera* a *Diptera*, přičemž v měsíci září byl eudominantní navíc řád *Trichoptera*, který byl v listopadu dominantní.

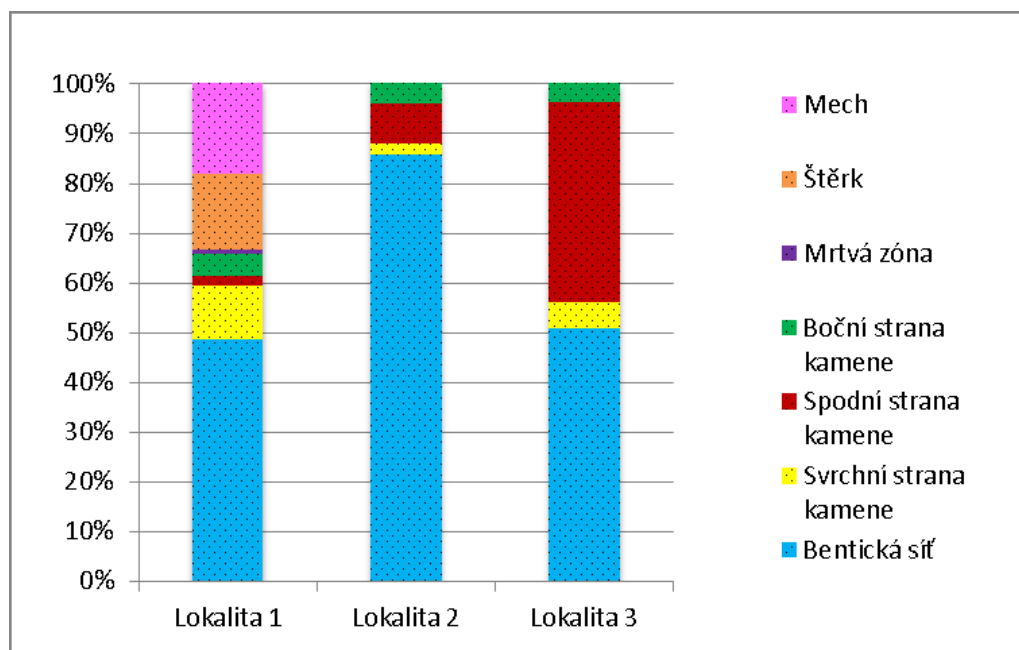
### Abundance

Abundance byla nejprve provedena jako procentuální zastoupení na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech v měsíci září a měsíci listopadu. Následně byla sestavována na základě jednotlivých lokalit a mikrohabitatů u tří vybraných řádů, tj. *Ephemeroptera*, *Plecoptera* a *Trichoptera*.

Grafy 7 a 8 znázorňují procentuální zastoupení abundance na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech v měsíci září a listopadu.

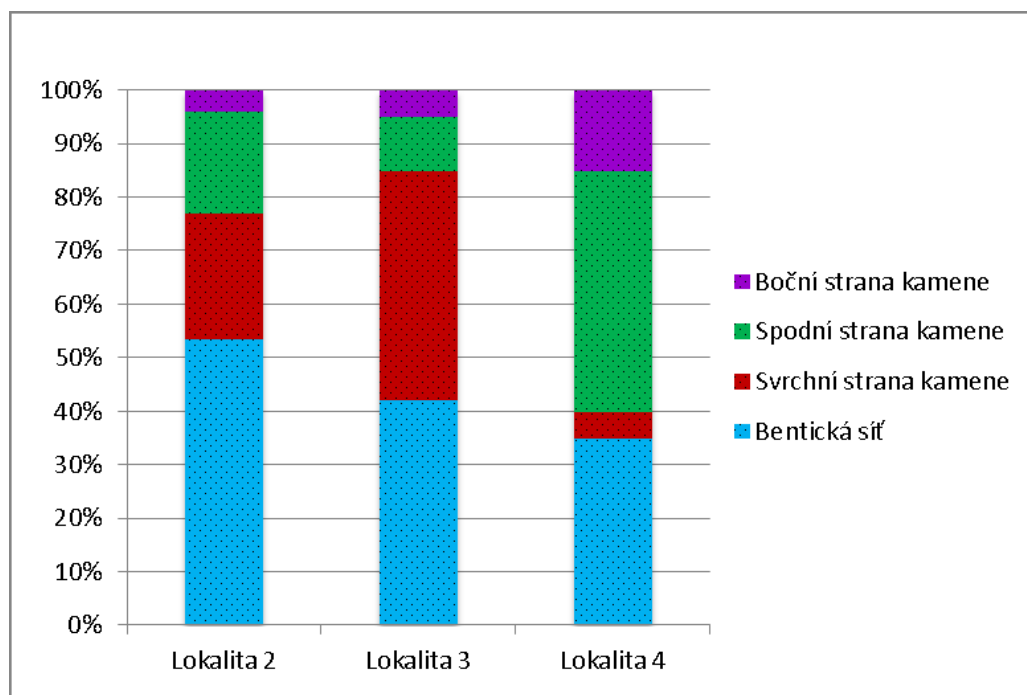
Z grafu 7 na další straně je patrné, že největší zastoupení jedinců bylo získáno z bentické sítě. Na lokalitě 1 bylo zastoupení jedinců v bentické síti 48,5 %, na lokalitě 2 85,6 % a na lokalitě 3 50,7 %. Velké množství organismů bylo rovněž odebráno ze spodní strany kamenů. Na lokalitě 1 to činilo 2 %, na lokalitě 2 8,2 % a na lokalitě 3 40 %. Na svrchní straně kamene bylo na lokalitě 1 odebráno 10,8 %, na lokalitě 2 to činilo 2,1 % a na lokalitě 3 5,3 %. Z bočních stran kamenů bylo celkem odebráno 12,5 %, přičemž je mezi lokalitami relativně stabilní podíl, na lokalitu 1 připadlo 4,4 %, na lokalitu 2 4,1 % a na lokalitu 3 4 %. Na lokalitě 1 byl odebrán i nejmenší počet jedinců z mrtvé zóny (0,7 %), dále se zde vyskytoval mikrohabitat mech s 18,3 % jedinců a šterk byl zastoupen 15,3 % jedinci.





**Graf 7:** Procentuální zastoupení abundance na jednotlivých lokalitách a mikrohabitátech v měsíci září

V měsíci listopadu (viz graf 8 na další straně) byli jedinci odebráni pouze z kamenů a benthické sítě a to na lokalitách 2, 3 a 4. Habitaty štěrk a mech se na daných lokalitách nevyskytovali. Na grafu 5 na další straně lze vidět, že největší počty jedinců byly získány opět z odběru z benthické sítě. Na lokalitě 2 to bylo 53,5 %, na lokalitě 3 42 % a na lokalitě 4 35 %. Ze spodní a svrchní strany kamenů bylo odebráno téměř stejné procentuální zastoupení. Ve spodní straně kamenů bylo na lokalitě 2 nalezeno 19 % jedinců, na lokalitě 3 10 % a na lokalitě 4 45 %. Svrchní strana kamenů byla osídlena na lokalitě 2 23,6 % organismů, na lokalitě 3 43 % a na lokalitě 4 5 %. Nejméně jedinců bylo nalezeno na bočních stranách kamenů a to na lokalitě 2 3,9 %, na lokalitě 3 5 % a na lokalitě 4 15 %.

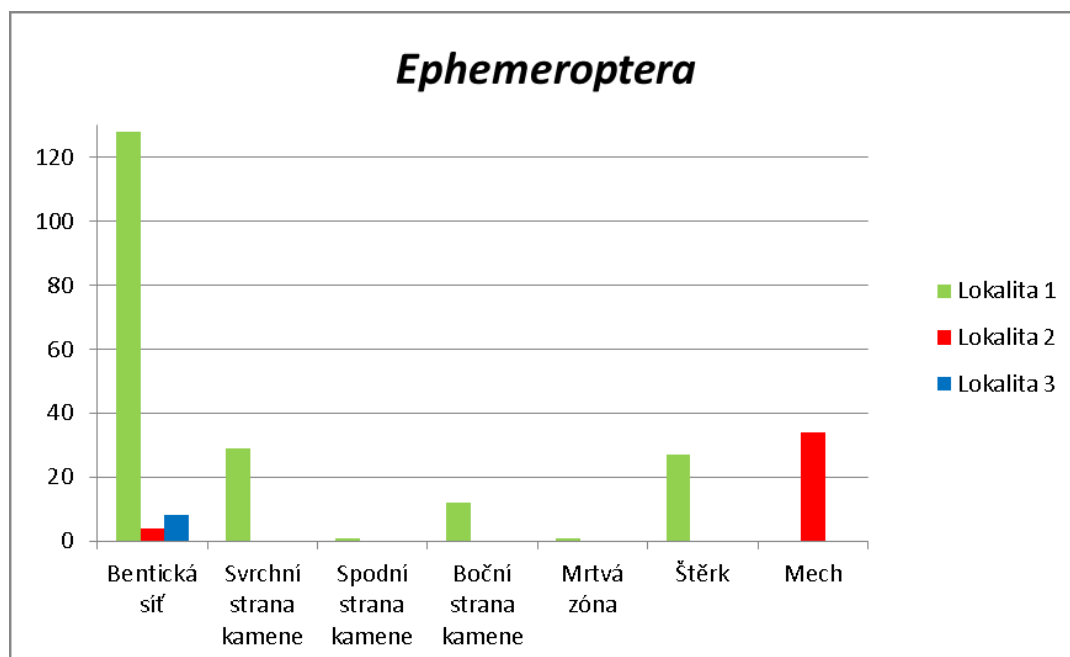


**Graf 8:** Procentuální zastoupení abundance na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech v měsíci listopadu

Srovnání obou grafů lze pouze v rámci lokalit 2 a 3. Z grafů je zřejmé, že na obou lokalitách, jak v měsíci září, tak v měsíci listopadu bylo nejvíce jedinců získáno z bentické sítě. Následovaly organismy ze spodní a svrchní strany kamenů. V měsíci září bylo vyšší procento organismů odebráno ze spodní strany kamenů, kdežto v měsíci listopadu to bylo ze svrchní strany kamenů. Z boční strany kamenů byly odběry jedinců v obou měsících téměř totožné.

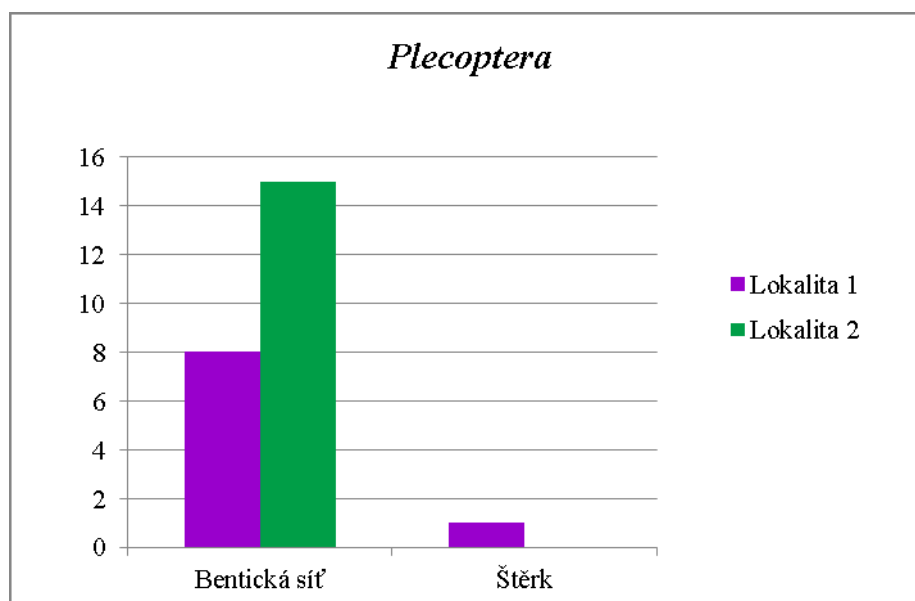
Následující grafy znázorňují abundanci na základě jednotlivých lokalit a mikrohabitatů u tří vybraných řádů, tj. *Ephemeroptera*, *Plecoptera* a *Trichoptera*, a to opět v měsíci září a měsíci listopadu.

Z grafu 9 je patrné, že v září vykázal řád *Ephemeroptera* mnohonásobně vyšší výskyt na první lokalitě (198 jedinců), a to především odběrem z bentické sítě (128 jedinců), pak s velkým odstupem na svrchní straně kamene (29 jedinců) a ve šterku (27 jedinců). V lokalitě 2 se exempláře vyskytovaly převážně ve vodním mechu rodu *Fontinalis* (34 jedinců).



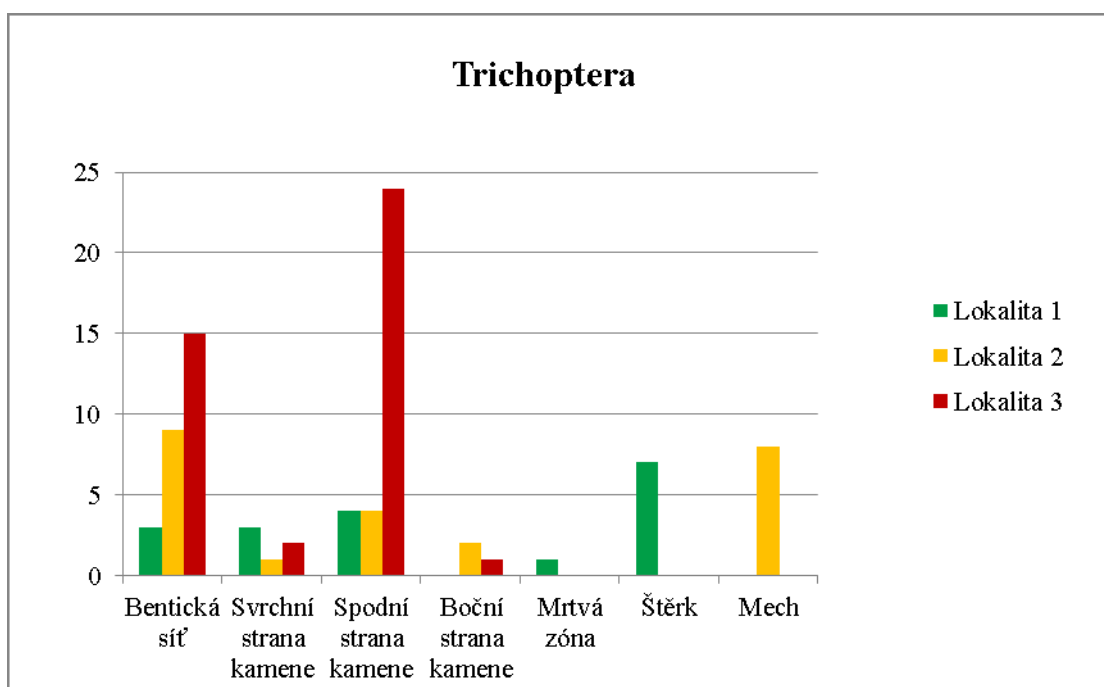
**Graf 9:** Abundance řádu *Ephemeroptera* na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září)

Řád *Plecoptera* (viz graf 10 na další straně) měl v září nejvyšší výskyt na lokalitě 2 (15 jedinců) a pak na lokalitě 1 (9 jedinců). Všechny výskyty byly v benthické síti, až na jeden exemplář ve štěrku na lokalitě 1. Na ostatních mikrohabitatech nebyly druhy nalezeny. Na lokalitě 3 nebyl učiněn žádný nález.



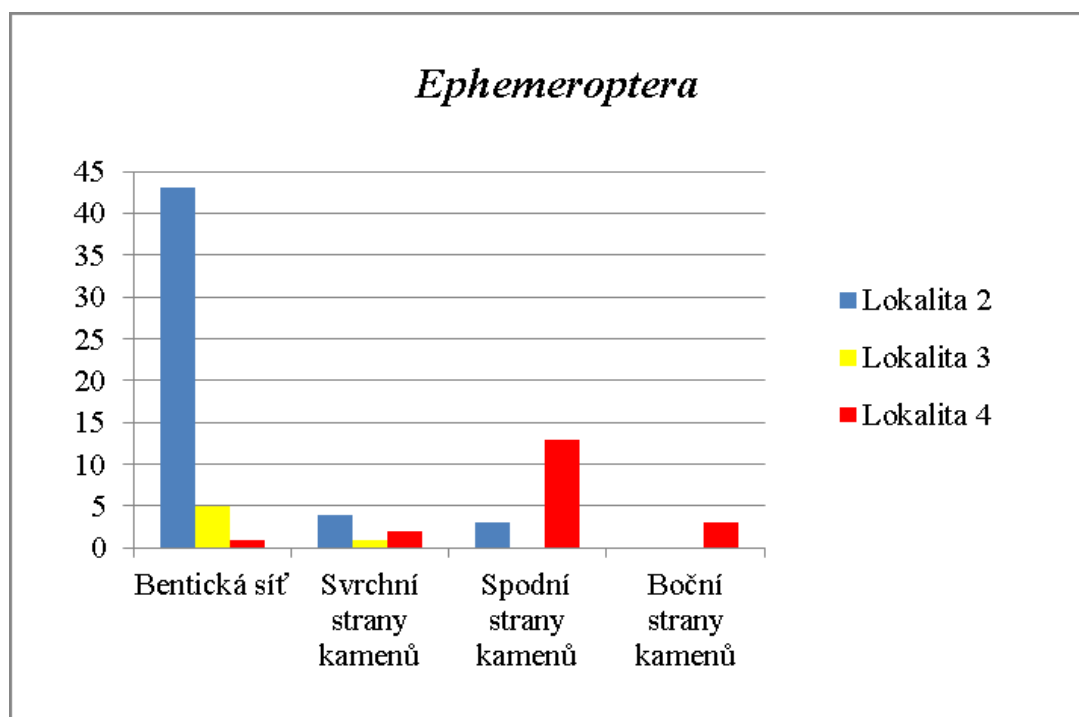
**Graf 10:** Abundance řádu *Plecoptera* na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září)

Řád *Trichoptera* (viz graf 11) měl v září nejvyšší výskyt na lokalitě 3 v počtu 42 odebraných jedinců. Nejbohatší odběry byly provedeny bentickou sítí a to na lokalitě 1 v počtu 3 jedinců, lokalitě 2 v počtu 9 jedinců a lokalitě 3 v počtu 15 jedinců. Ze svrchní strany kamenů byli na lokalitě 1 odebráni 3 jedinci, na lokalitě 2 jeden jedinec a na lokalitě 3 dva jedinci. Na spodní straně kamenů byli odebráni 3 jedinci na lokalitě 4, na lokalitě 2 (4 jedinci) a lokalitě 3 (24 jedinců). Z boční strany kamenů byli jedinci nalezeni pouze na lokalitě 2 (2 jedinci) a lokalitě 3 (1 jedinec). V mrtvé zóně kamene se objevil pouze 1 jedinec a to na lokalitě 1. Ve štěrku se na lokalitě 1 vyskytovalo 7 jedinců a na lokalitě 2 v mechu 8 jedinců.



**Graf 11:** Abundance řádu *Trichoptera* na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září)

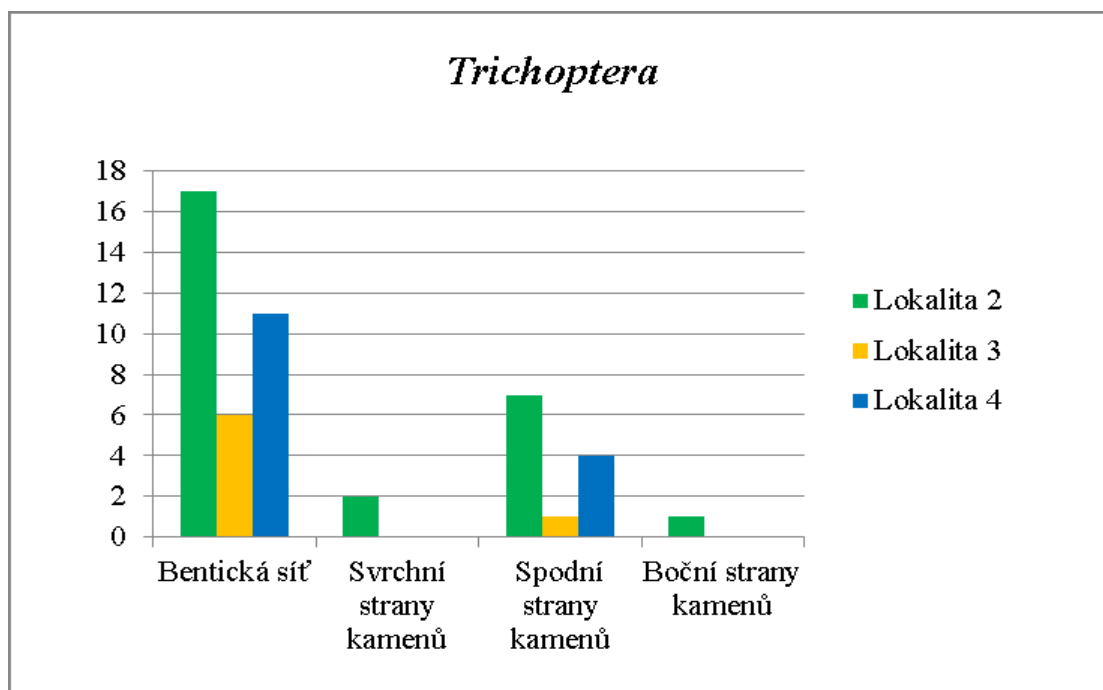
V měsíci listopadu (viz graf 12 na další straně) vykázal řád *Ephemeroptera* nejvyšší výskyt na lokalitě 2 (50 jedinců), dále na lokalitě 4 (19 jedinců) a lokalita 3 (6 jedinců). Nejčastěji byly exempláře odebírány z bentické sítě: lokalita 2 (43 jedinců), lokalita 3 (5 jedinců), a pak ze spodní strany kamenů – lokalita 4 (13 jedinců), lokalita 2 (3 jedinci) a na lokalitě 3 se jedinci nevyskytovali. Na svrchní straně kamenů bylo nejvíce jedinců odebráno na lokalitě 2 (4 jedinci), na lokalitě 4 (2 jedinci) a lokalitě 3 (1 jedinec). Na boční straně kamene byl nález pouze na lokalitě 4 a to v počtu 3 jedinců.



**Graf 12:** Abundance řádu *Ephemeroptera* na jednotlivých lokalitách a mikrohabitátech (listopad)

V listopadu nebyl nalezen žádný exemplář řádu *Plecoptera* ani na jedné z lokalit.

Řád *Trichoptera* (viz graf 13 na další straně) měl nejvyšší výskyt na lokalitě 2 (26 jedinců), následovala lokalita 4 (15 jedinců) a lokalita 3 (7 jedinců). Odběry byly učiněny převážně z bentické sítě: lokalita 2 (17 jedinců), lokalita 3 (6 jedinců) a lokalita 4 (11 jedinců). Na svrchní straně kamenů byli nalezeni jedinci pouze na lokalitě 2 v počtu 2 jedinců. Spodní stranu kamenů obývalo na lokalitě 1 sedm jedinců, na lokalitě 2 jeden jedinec a na lokalitě 4 čtyři jedinci. U boční strany kamenů byl nález opět jen na jedné lokalitě a to na lokalitě 2 v počtu 1 jedince.



**Graf 13:** Abundance řádu *Trichoptera* na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (listopad)

Vzhledem k tomu, že zářijové odběry neproběhly na lokalitě 4 a listopadové na lokalitě 1, bylo možno srovnat jen lokality 2 a 3.

Řád *Ephemeroptera* vykázal na lokalitě 2 od září do listopadu menší nárůst odebraných vzorků (38 a 50 jedinců), přičemž v září byla většina vzorků odebrána na mechu (34 jedinců), kdežto v listopadu do bentické sítě (43 jedinců). Na lokalitě 3 byly odběry v září a v listopadu srovnatelné (8 a 6 jedinců). V obou případech dominovaly odběry z bentické sítě (8 a 5 jedinců).

Jedinci řádu *Plecoptera* se objevily jen v zářijovém odběru, a to na lokalitě 1 na štěrku (1 jedinec) a na lokalitě 2 v bentické síti (8 jedinců) a štěrku (5 jedinců).

Jedinci řádu *Trichoptera* byly v odběru na lokalitě 2 hojnější v listopadu (27 jedinců) oproti září (24 jedinců). Převažovaly nálezy v bentické síti (září 9 jedinců, listopad 17 jedinců), dále na spodních stranách kamenů (září 4 jedinci, listopad 7 jedinců), dále v mechu (září 8 jedinců, listopad 0 jedinců), svrchních stranách kamenů (září 2 jedinci, listopad 1 jedinec) a bočních stranách kamenů (září 1 jedinec, listopad 2 jedinci). Na lokalitě 3 byly provedeny výrazně bohatší odběry v září (42 jedinců) oproti listopadu (7 jedinců). Nejvíce nálezů bylo učiněno na spodních stranách kamenů (24 jedinců,

1 jedinec) a v bentické síti (15 jedinců, 6 jedinců), dále pak už jen v září na svrchních stranách kamenů (2 jedinci) a bočních stranách kamenů (1 jedinec).

Konstance – 30. 9. 2016

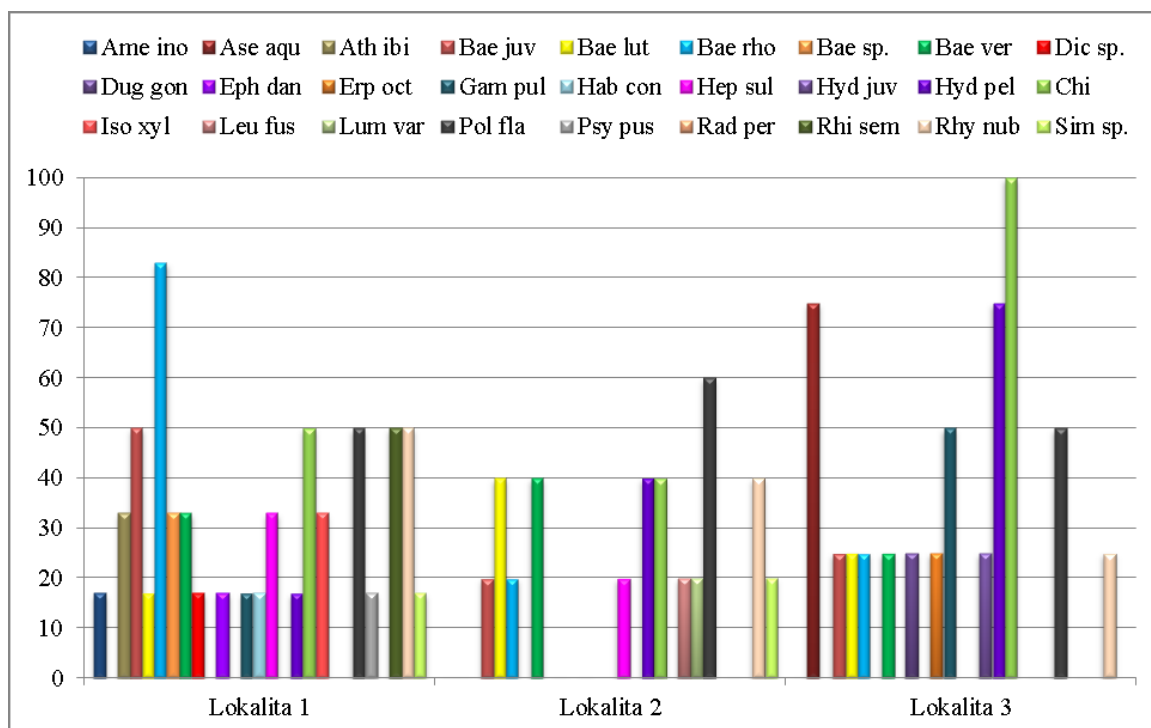
Konstanci na všech lokalitách uvádí graf 14 na další straně.

Na lokalitě 1 patří nejvíce nalezených druhů k akcidentálnímu taxonu (17 %) a to: *Ameletus inopinatus*, *Baetis lutheri*, *Dicranota sp.*, *Ephemera danica*, *Gammarus pulex*, *Habroleptoides confusa*, *Hydropsyche pellucidula*, *Psychomyia pusilla* a *Simulium sp.* K akcesorickému taxonu (33 %) náleží druhy: *Atherix ibis*, *Baetis sp.*, *Baetis vernus*, *Heptagenia sulphurea* a *Isoperla oxylepis*. Mezi taxon konstantní patří: *Baetis juv.*, *Chironimidae*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Rhithrogena semicolorata* a *Rhyacophila nubila*. Eukonstantní je pouze druh *Baetis rhodani* (83 %).

Na lokalitě 2 patří nejvíce druhů k druhům akcidentálním (20 %). Patří k nim: *Baetis juv.*, *Baetis rhodani*, *Heptagenia sulphurea*, *Simulium sp.*, *Leuctra fusca* a *Lumbriculus variegatus*. K akcesorickým druhům (40 %) řadíme: *Baetis lutheri*, *Baetis vernus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Chironomidae* a *Rhyacophila nubila*. Konstantní (60 %) je pouze druh *Polycentropus flavomaculatus*.

Na lokalitě 3 je největší zastoupení druhů akcesorických (25 %): *Rhyacophila nubila*, *Baetis juv.*, *Baetis lutheri*, *Baetis rhodani*, *Baetis vernus*, *Dugesia gonocephala*, *Erpobdella octoculata* a *Hydropsyche juv.* Ke konstantním druhům (50 %) patří: *Polycentropus flavomaculatus* a *Gammarus pulex*. Eukonstantní druhy jsou: *Asellus aquaticus* (75 %), *Hydropsyche pellucidula* (75 %) a čeleď *Chironomidae* (100 %).

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici



Graf 14: Konstace na všech lokalitách v měsíci září

### Konstace – 5. 11. 2016

Konstace na všech lokalitách je znázorněna v grafu 15 na další straně.

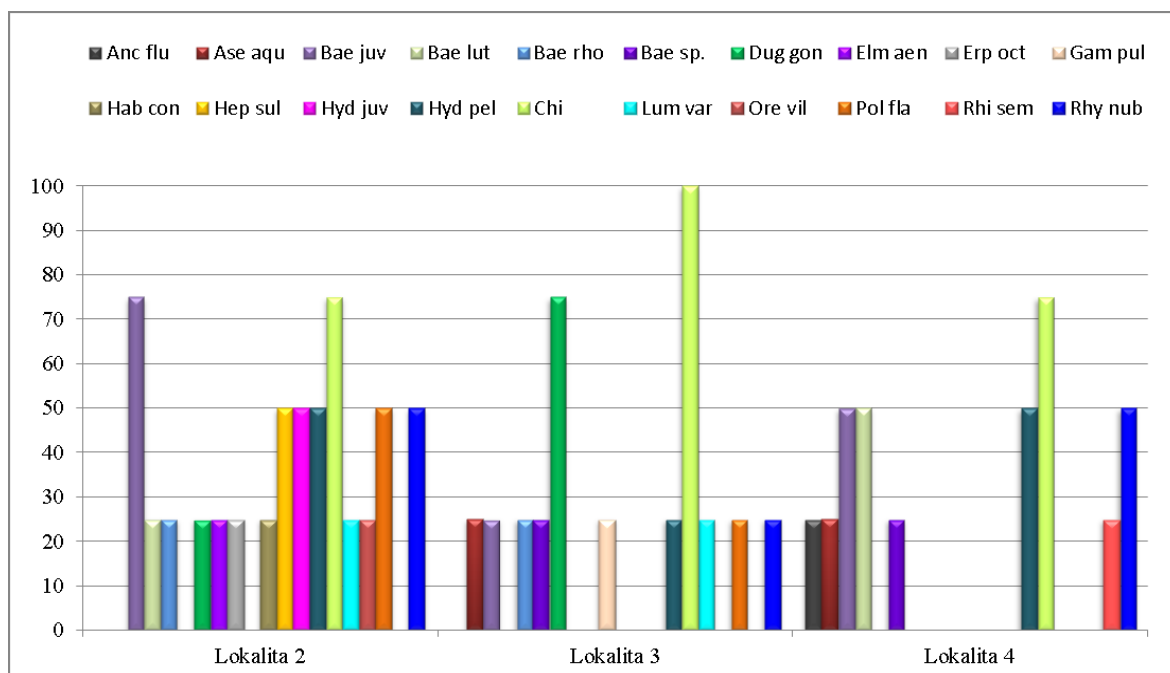
Na lokalitě 2 se nejvíce vyskytovaly druhy akcesorické (25 %). Patří zde: *Baetis lutheri*, *Baetis rhodani*, *Dugesia gonocephala*, *Elmis aenea*, *erpbodella octoculata*, *Habroleptoides confusa*, *Lumbriculus variegatus* a *Orectochilus villosus*. Mezi Konstantní druhy (50 %) řadíme: *Rhyacophila nubila*, *Heptagenia sulphurea*, *Hydropsyche juv.*, *Hydropsyche pellucidula* a *Polycentropus flavomaculatus*. Eukonstantní (75 %) jsou: *Baetis juv.* a *Chironomidae*.

Na lokalitě 3 se vyskytují pouze druhy akcesorické a eukonstantní. Mezi akcesorické (25 %) patří: *Asellus aquaticus*, *Baetis juv.*, *Rhyacophila nubila*, *Baetis rhodani*, *Baetis sp.*, *Gammarus pulex*, *Hydropsyche pellucidula*, *Lumbriculus variegatus* a *Polycentropus flavomaculatus*. K eukonstantnímu druhu řadíme *Dugesia gonocephala* (75 %) a čeleď *Chironomidae* (100 %).

Na lokalitě 4 byly zastoupeny druhy akcesorické, konstantní a eukonstantní. Mezi akcesorické (25 %) druhy řadíme: *Ancylus fluviatilis*, *Asellus aquaticus*, *Baetis sp.*



a *Rhithrogena semicolorata*. Konstantní (50 %) jsou druhy *Baetis juv.*, *Baetis lutheri*, *Hydropsyche pellucidula* a *Rhyacophila nubila*. Eukonstantní (100 %) je pouze čeleď *Chironomidae*.



**Graf 15:** Konstace na všech lokalitách v měsíci listopadu

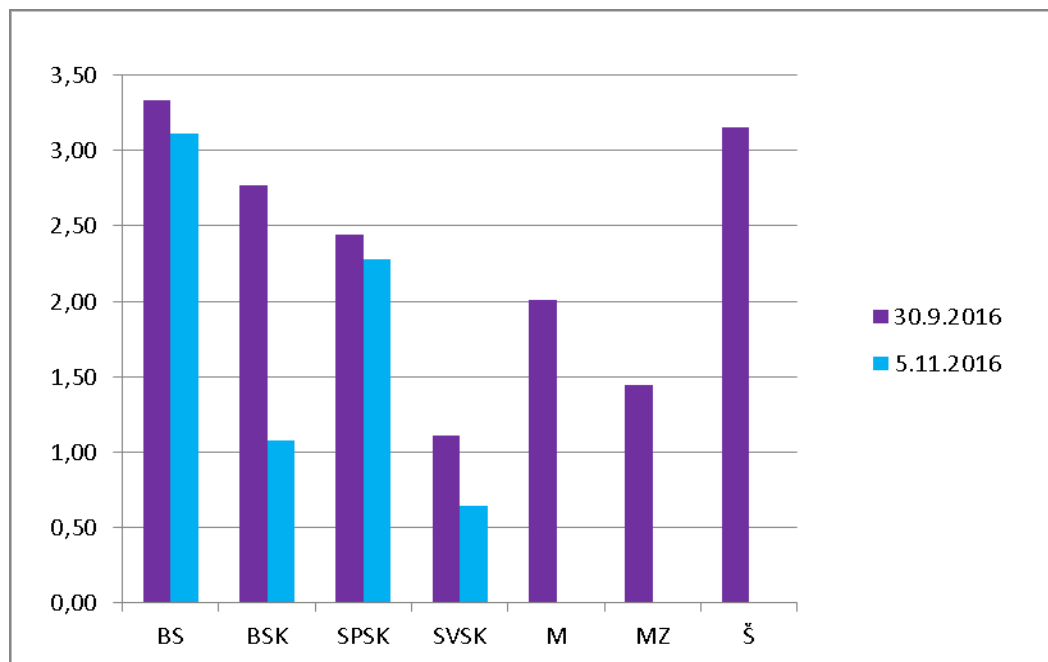
### Margalefův index

Pro výpočet druhové pestrosti na určitých mikrohabitátech byl vybrán Margalefův index (viz graf 16).

V měsíci září nabývá index nejvyšších hodnot u bentické sítě a to v přítomnosti 18 taxonů. Hodnota indexu se postupně na mikrohabitátech snižuje až na nejnižší hodnotu, která byla zaznamenána na svrchní straně kamenů (4 taxony), poté vzroste na mikrohabitatů mech a na mrtvé straně kamenů opět hodnota indexu klesá. Nakonec hodnota vzroste až na druhou nejvyšší hodnotu, která byla zaznamenána na mikrohabitatů šterk a to v přítomnosti 15 taxonů.

V měsíci listopadu je nejvyšší hodnota indexu opět u bentické sítě, avšak je o něco nižší než v měsíci září (15 taxonů). Na boční straně kamenů se index výrazně snižuje, poté

vzrůstá na spodní straně kamenů a nejnižší hodnoty nabývá na svrchní straně kamenů (3 taxony).



Graf 16: Hodnoty Margalefova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitatech

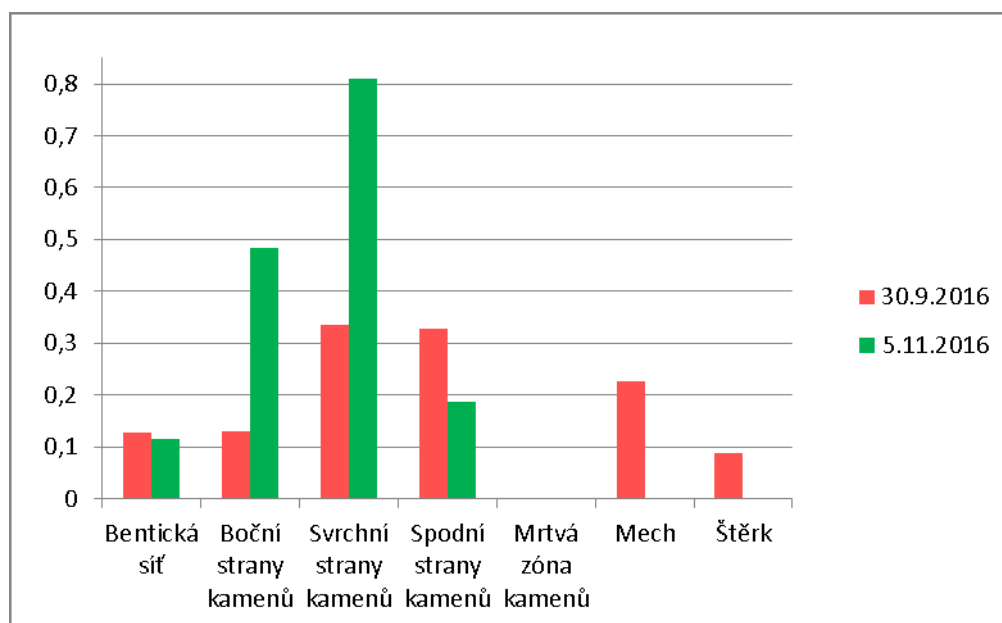
### Simpsonův index

Pomocí Simpsonova indexu byly spočítány hodnoty dominance druhů na mikrohabitatech v měsíci září a měsíci listopadu (viz graf 17). Čím menší je hodnota dominance u tohoto indexu, tím vyšší je vyrovnanost společenstva.

V měsíci září byla nejvyšší dominance druhů na svrchních stranách kamenů (nejpočetnější byl druh *Baetis rhodani* a *Baetis lutheri*) a spodních stranách kamenů (nejpočetnější byl druh *Hydropsyche pellucidula* a *Polycentropus flavomaculatus*). Následoval mech, s nejpočetnějšími druhy *Baetis rhodani* a *Baetis lutheri*. Hodnoty indexu byly téměř shodné z bentické sítě a bočních stran kamenů. V bentické síti byly nejpočetnější druhy *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri* a *Rhithrogena semicolorata*. Nejpočetnějším druhem na bočních stranách kamenů byl *Baetis juv.* Následoval mikrohabitat štěrk (nejpočetnější druhy zde byly *Habroleptoides confusa*, *Baetis sp.*, čeleď *Chironomidae* a druh *Baetis rhodani*). Nejnižší dominanci (nulovou) vykazoval

mikrohabitat mrtvá zóna kamenů, kde se vyskytoval pouze druh *Rhyacophila nubila* a *Simulium sp.*

V měsíci listopadu vykazovaly nejvyšší hodnotu dominance svrchní strany kamenů. Druhá nejvyšší hodnota dominance byla na bočních stranách kamenů. Následuje mikrohabitat spodní strany kamenů. U všech těchto mikrohabitatů byla nejpočetnější čeleď *Chironomidae*. Nejnižší dominanci druhů vykazoval mikrohabitat bentická síť, kde byly nejpočetnějšími druhy *Gammarus pulex*, *Hydropsyche pellucidula* a *Baetis rhodani*.



**Graf 17:** Hodnoty Simpsonova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitátech

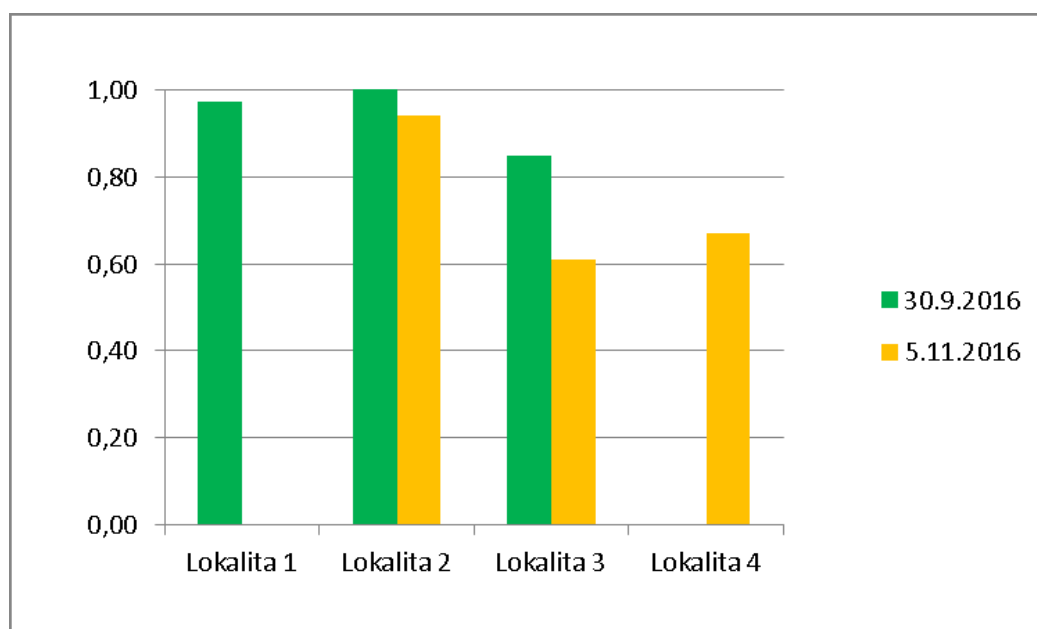
### Shannon-Wienerův index

Shannon-Wienerův index byl počítán na všech lokalitách v měsíci září a měsíci listopadu (viz graf 18 na další straně). Stejně jako u Simpsonova indexu, čím nižší je hodnota Shannon-Wienerova indexu, tím vyšší je vyrovnanost společenstva.

V měsíci září se na lokalitě 1 a lokalitě 2 hodnota tohoto indexu příliš nelišila. Na lokalitě 1 nabýval hodnoty 0,97 a na lokalitě 2 1,01. Na obou lokalitách byly nejpočetnější druhy *Baetis rhodani* a *Baetis lutheri*. Ostatní druhy byly odebrány téměř ve stejných počtech. Na lokalitě 3 index mírně klesl a to na hodnotu 0,84. Nejpočetnější byla čeleď *Chironimidae* a druh *Gammarus pulex*. Ostatní druhy byly opět odebrány přibližně ve stejném počtu.

V měsíci listopadu index nabýval nejvyšší hodnoty na lokalitě 2 (0,94), kde byla nejhojnější čeleď Chironomidae. Ostatní druhy vyskytující se na této lokalitě dosahovaly téměř stejného počtu. Na lokalitě 3 je index nejnižší, dosahuje hodnoty 0,61. Jediným druhem, který byl odebrán v hojnějším počtu, byl druh *Gammarus pulex*. Na lokalitě 4 se index zvyšuje na hodnotu 0,67. Hojněji se zde vyskytovaly druhy *Baetis lutheri* a *Hydropsyche pellucidula*, další druhy byly odebrány přibližně ve stejném počtu.

V obou měsících na lokalitách 2 a 3 lze tedy říci, že kromě pár druhů, kteří se vyskytovali na určitých lokalitách, nebyli v odebraných druzích větší rozdíly v početnosti. Shannon-Wienerův index nabýval nejvyšší hodnoty 1, a proto lze předpokládat, že je na těchto lokalitách vyšší vyrovnanost společenstva.



**Graf 18:** Hodnoty Shannon-Wienerova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitatech

### Zhodnocení metody PCA

V programu Canoco 4.5, byly vytvořeny celkem 3 ordinační diagramy. První dva byly vytvořeny z dat získaných z odběrů ze září a listopadu roku 2016. K vytvoření diagramů byly použity tabulky druhů, které jsou přiloženy v příloze 3, a tabulky environmentálních proměnných z přílohy 4. Poslední ordinační diagram byl vytvořen ze spojení dat ze září roku 2014 (Slavíková, 2015) a ze září roku 2016. Data z roku 2014 byla získána

z bakalářské práce, přičemž v roce 2016 byl navíc k environmentálním proměnným přidán průtok.

První ordinační diagram (viz následující strana) byl vyhotoven na základě dat získaných 30. 9. 2016. Lokality a mikrohabitaty jsou popsány následujícími čísly:

Lokalita 1: 1 - bentická síť; 2 - svrchní strany kamenů; 3 - spodní strany kamenů; 4 - boční strany kamenů; 5 - mrtvá zóna kamenů; 6 – štěrk.

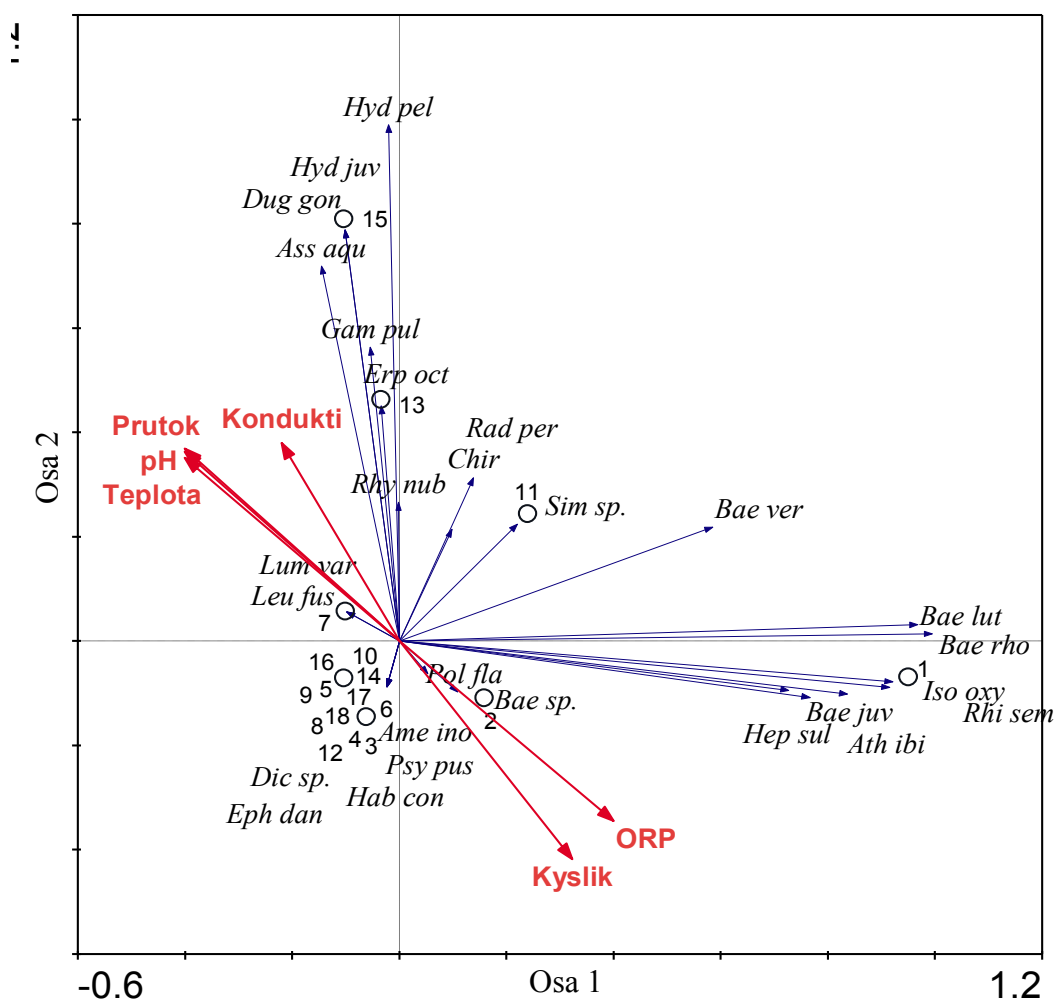
Lokalita 2: 7 - bentická síť; 8 - svrchní strany kamenů; 9 - spodní strany kamenů; 10 - boční strany kamenů; 11 - mrtvá zóna kamenů; 12 – štěrk.

Lokalita 3: 13 - bentická síť; 14 - svrchní strany kamenů; 15 - spodní strany kamenů; 16 - boční strany kamenů; 17 - mrtvá zóna kamenů; 18 – štěrk.

Na ordinačním diagramu lze vidět, jeden gradient, který směřuje od nuly směrem do druhého a čtvrtého kvadrantu (opačné směry). Gradient směřující do čtvrtého kvadrantu tvoří ORP a kyslík, na němž jsou nejvíce závislé druhy *Polycentropus flavomaculatus* a *Baetis sp.*, kteří se vyskytují na lokalitě 1 (svrchní strany kamenů). Rovněž na kyslíku a ORP vykazují úzkou závislost druhy *Heptagenia sulphurea*, *Atherix ibis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Baetis juv.* a *Isoperla oxylepis*. Tyto druhy se také vyskytovaly na lokalitě 1 (bentická síť). Některé z těchto druhů, převážně druh *Isoperla oxylepis* (řád *Plecoptera*), jsou známy výskytem v dobře okysličených horských vodách s převážně torrentilními úseky, kde byly tyto druhy odebrány. Na gradientu směřujícího do druhého kvadrantu (tedy opačný směr) je viditelná úzká závislost druhů *Lumbriculus variegatus* a *Leuctra fusca* na teplotě, pH, průtoku a konduktivitě. Tyto druhy se vyskytovaly na lokalitě 2 (bentická síť). Dále jsou na těchto parametrech víceméně závislé druhy *Erpobdella octoculata*, *Gammarus pulex* a *Rhyacophila nubila* vyskytujících se na lokalitě 3 (bentická síť) a druhy *Asellus aquaticus*, *Dugesia gonocephala*, *Hydropsyche juv.* a *Hydropsyche pellucidula* vyskytujících se taktéž na lokalitě 3 (spodní strana kamene). Závislost druhu *Asellus aquaticus* lze vysvětlit nízkým průtokem, který byl na této lokalitě naměřen. Většinou tento druh obývá stojaté vody. Závislost druhu *Hydropsyche pellucidula* a *Hydropsyche juv.* na průtoku lze vysvětlit dobrou dostupností potravy. Některé zdroje uvádí, že chrostíci čeledi *Hydropsychidae* (do které tyto druhy náleží) se živí ve vodách s nízkou rychlostí proudu seškrabováním nánosů na kamenech. Na měřených proměnných

nevykazují žádnou závislost druhy *Radix peregra*, *Baetis vernus*, *Simulium sp.* a čeleď *Chironomidae* (vyskytující se na lokalitě 2) nacházející se ve v prvním kvadrantu. V opačném směru (třetí kvadrant), také nevykazují druhy žádné závislosti na proměnných. Jedná se o druhy *Ameletus inopinatus*, *Psychomyia pusilla*, *Habroleptoides confusa*, *Ephemera danica* a *Dicranota sp.*, které byly odebrány na lokalitě 1, 2 a 3.

Z intenzity korelačního vztahu mezi proměnnými a hlavními osami jsou tedy patrné dvě osy. Osa 1 (x) vykazuje závislost proměnných na výskytu určitých druhů na lokalitách, zatímco osa 2 (y) nevykazuje žádnou závislost mezi naměřenými proměnnými a odebranými druhy, avšak vzhledem k rozmístění organismů na diagramu je patrné, že tyto druhy budou závislé na jiném faktoru prostředí, který nebyl zjištěn.



Ordinační diagram 1: PCA analýza druhů a měřených proměnných 30. 9. 2016

Druhý ordinační diagram (viz další strana) byla použita data vytvořená 5. 11. 2016. Následujícími čísly jsou popsány lokality a mikrohabitaty:

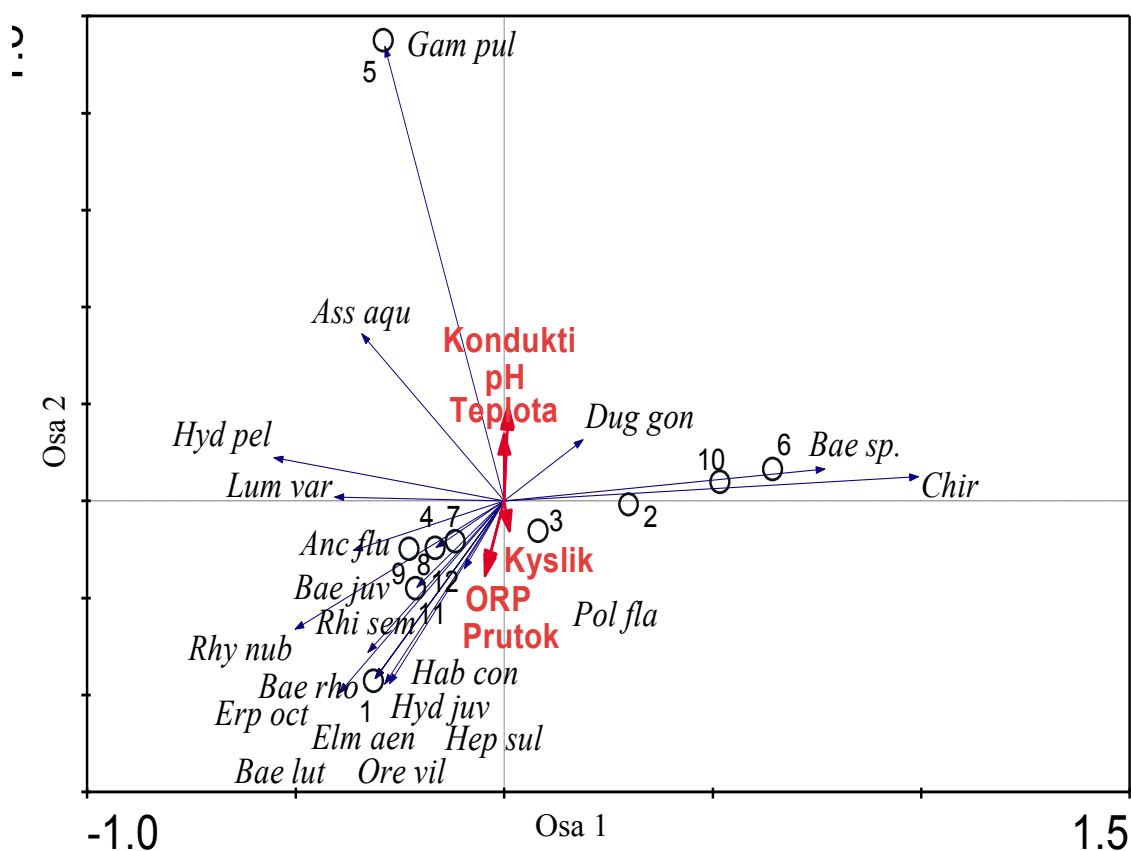
Lokalita 2: 1 – bentická síť; 2 – svrchní strany kamenů; 3 – spodní strany kamenů; 4 – Boční strany kamenů.

Lokalita 3: 5 – bentická síť; 6 – svrchní strany kamenů; 7 – spodní strany kamenů; 8 – Boční strany kamenů.

Lokalita 4: 9 – bentická síť; 10 – svrchní strany kamenů; 11 – spodní strany kamenů; 12 – Boční strany kamenů.

Na druhém ordinačním diagramu lze vidět gradient, který se nachází mezi prvním a druhým kvadrantem. Další gradient směřuje do třetího a jeden do čtvrtého kvadrantu. Mezi prvním a druhým kvadrantem se nachází gradient, který tvoří proměnné teplota, pH a konduktivita. Na těchto proměnných jsou závislé druhy *Dugesia gonocephala*, *Baetis sp.* a čeleď *Chironomidae* (lokalita 3 a 4) a druhy *Gammarus pulex*, *Asseius aquaticus*, *Hydropsyche pellucidula* a *Lumbriculus variegatus* (lokalita 3). Na gradientu ukazující proměnné ORP a kyslík jsou závislé druhy *Habroleptoides confusa*, *Hydropsyche juv.*, *Heptagenia sulphurea*, *Elmis aenea*, *Orectochilus villosus*, *Baetis lutheri*, *Erpobdella octoculata* a *Rhyacophila nubila* (nalezení na lokalitě 2 – bentická síť) a dále druhy *Rhithrogena semicolorata*, *Baetis juv.* a *Ancylus fluviatilis*, kteří byli nalezeni na lokalitě 4 – spodní strany kamenů a boční strany kamenů.

Z intenzity korelačního vztahu mezi proměnnými a hlavními osami jsou tedy patrné dvě osy. Obě tyto osy (osa 1 (x) a osa 2 (y)) vykazují závislosti naměřených proměnných na výskyt určitých druhů na lokalitách a mikrohabititech.



**Ordinační diagram 2:** PCA analýza druhů a měřených proměnných 5. 11. 2016

Při srovnání prvního a druhého ordinačního diagramu lze vidět, že na gradienty teploty, pH a konduktivity jsou v měsíci září a listopadu závislé převážně stejné druhy. Jedná se o druhy *Lumbriculus variegatus* (byli odebráni z bentické sítě na lokalitách 2 a 3), *Gammarus pulex* (odebrán z bentické sítě na lokalitě 3), *Asellus aquaticus* (byl odebrán ze spodní strany kamene na lokalitě 3), *Dugesia gonocephala* (také odebrán ze spodní strany kamenů na lokalitě 3 a lokalitě 4) a *Hydropsyche pellucidula* (odebrán ze spodních stran kamenů na lokalitě 3). Na ORP a kyslíku jsou v obou měsících závislé druhy *Heptagenia sulphurea* (jedinci byli odebráni z bentické sítě na lokalitě 1 a 2), *Rhithrogena semicolorata* (opět jedinci odebráni z bentické sítě na lokalitě 1 a také ze spodních stran a bočních stran kamenů na lokalitě 4) a *Baetis juv.* (jedinci odebráni z bentické sítě na lokalitě 1 a ze spodních a bočních stran kamenů na lokalitě 4). Řád Ephemeroptera je známý vysokými nároky na obsah kyslíku ve vodách. Zdroje uvádí, že nejméně 3 – 4 krát vyšší než u jiných skupin vodního hmyzu. (Bauernfeind et Soldán, 2012)



Poslední ordinační diagram (na další straně) byl vytvořen spojením dat ze zářijových odběrů z let 2014 a 2016. Lokality a mikrohabitaty jsou popsány těmito čísly:

Lokalita 1 (Staré Hamry): 1 - bentická síť; 2 - svrchní strany kamenů; 3 - spodní strany kamenů; 4 - boční strany kamenů; 5 - mrtvá zóna kamenů; 6 – štěrk.

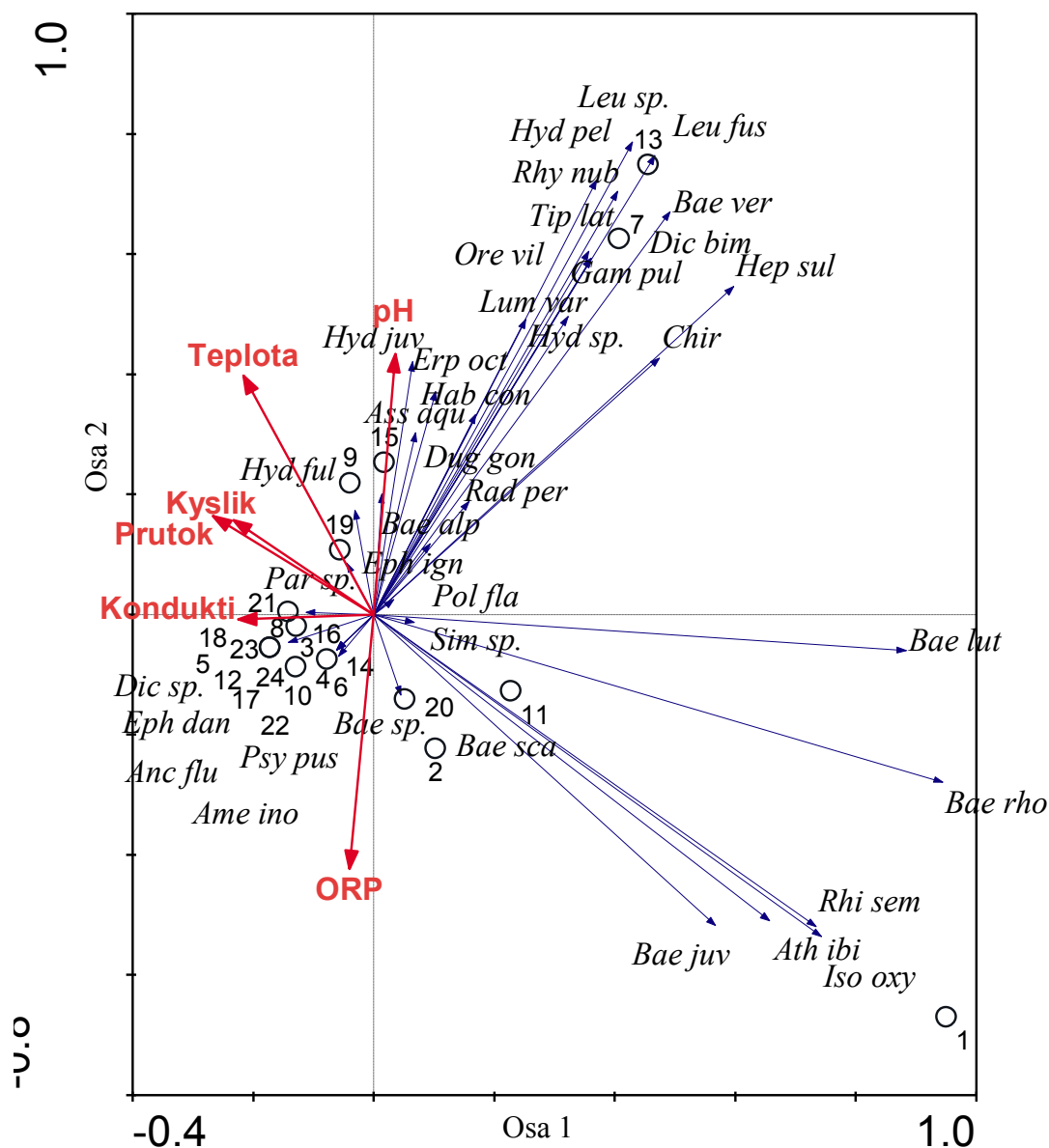
Lokalita 2 (Frýdlant nad Ostravicí): 7 - bentická síť; 8 - svrchní strany kamenů; 9 - spodní strany kamenů; 10 - boční strany kamenů; 11 - mrtvá zóna kamenů; 12 – štěrk.

Lokalita 3 (Nad ústím Morávky): 13 - bentická síť; 14 - svrchní strany kamenů; 15 - spodní strany kamenů; 16 - boční strany kamenů; 17 - mrtvá zóna kamenů; 18 – štěrk.

Lokalita 4 (Frýdek-lískovec): 19 - bentická síť; 20 - svrchní strany kamenů; 21 - spodní strany kamenů; 22 - boční strany kamenů; 23 - mrtvá zóna kamenů; 24 – štěrk.

Ve třetím a tedy posledním ordinačním diagramu lze vidět gradienty směřující do prvního, druhého a třetího kvadrantu. V prvním kvadrantu představuje gradient hodnoty pH, na kterých jsou úzce závislé druhy *Baetis alpinus*, *Radix peregra*, *Dugesia gonocephala*, *Asellus aquaticus*, *Habroleptoides confusa*, *Erpobdella octoculata* a *Hydropsyche juv.*, kteří byli odebráni na lokalitě 3. Další závislost na této proměnné, avšak menší, vykazují druhy *Hydropsyche sp.*, *Lumbriculus variegatus*, *Chironimidae*, *Heptagenia sulphurea*, *Gammarus pulex*, *Orectochilus vilosus*, *Dicranota bimaculata*, *Baetis vernus*, *Tipula lateralis*, *Rhyacophila nubila*, *Hydropsyche pellucidula*, *Leuctra fusca* a *Leuctra sp.* vyskytující se na lokalitách 2 a 3. Ve druhém kvadrantu jsou gradienty teploty, kyslíku a průtoku. Na těchto proměnných jsou závislé druhy *Hydropsyche fulvipes* (lokalita 2 – spodní strany kamenů), *Paraleptophlebia sp.* a *Ephemera ignita* vyskytující se na lokalitě 4 (bentická síť a spodní strany kamenů). Závislost druhu *Hydropsyche fulvipes* na průtoku se dá vysvětlit nízkým průtokem, který byl v roce 2014 naměřen a také neznečištěným úsekem řeky Ostravice protékajícím městem Frýdlant nad Ostravicí, jelikož se jedná o druh klasifikovaný jako druh ohrožený, obývající vzácně pramenné stružky a malé potoky (Farkač et al., 2005). Ve třetím kvadrantu se vyskytují gradienty konduktivity a ORP. Na těchto proměnných jsou závislé druhy *Psychomyia pusilla*, *Ameletus inopinatus*, *Ancylus fluviatilis*, *Ephemera danica* a *Dicranota sp.* Druhy nacházející se ve čtvrtém kvadrantu (*Simulium sp.*, *Baetis sp.*, *Baetis scambus*, *Baetis juv.*,

*Atherix ibis*, *Isoperla oxylepis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Baetis lutheri* a *Baetis rhodani*)  
nevykazují závislost na žádnou z naměřených proměnných.



**Ordinační diagram 3:** PCA analýza druhů a měřených proměnných v září 2014 a 2016

Z intenzity korelačního vztahu mezi proměnnými a hlavními osami jsou tedy patrné dvě osy. Na ose 1 (x) vykazují závislost druhy na teplotě, kyslíku a průtoku, avšak pouze v jednom směru gradientu (druhý kvadrant). V opačném směru (čtvrtý kvadrant) nejsou vyznačené druhy závislé na žádné naměřené proměnné. Na ose 2 (y) lze vidět dva směry

gradientu a to směr do prvního kvadrantu, kde jsou druhy závislé na hodnotách pH. V opačném směru (třetí kvadrant) jsou druhy závislé na hodnotách konduktivity a ORP.

Po srovnání dat z odběrů makrozoobentosu a měření proměnných z 21. 9. 2014 a 30. 9. 2016 jsou patrné rozdíly nejen v měřených parametrech, ale také ve složení makrozoobentosu. Je to dáno především rozdílnými požadavky určitých druhů na jednotlivé parametry a podmínky prostředí. Vzhledem k zastoupení řádů Ephemeroptera, Trichoptera a Plecoptera, díky nimž lze určit možnou kvalitu vody, lze konstatovat, že během let 2014-2016 se kvalita vody v řece Ostravici (v úseku Frýdlant nad Ostravicí až Frýdek-lískovec) přinejmenším nezhoršila.

Poukazuje na to i výskyt zástupců dvou čeledí řádu Trichoptera. Na jedné straně je to nižší abundance čeledi Hydropsychidae, která byla v roce 2016 zastoupena o více jak polovinu menším počtem jedinců než v roce 2014. Druhy této čeledi jsou přitom známy výskytem ve vodách s horší kvalitou vody. Na druhé straně druhy čeledi Polycentropidae obývají hlavně podhorské čisté vody. Druh této čeledi byl v roce 2016 zastoupen o třetinu vyšším počtem jedinců než v roce 2014. A také řád *Ephemeroptera* je řádem obývajícím čisté vody, který byl zastoupen v roce 2016 více jedinci než v roce 2014. (Reisinger et al., 2006)

Změny ve výskytu však nemohou být pokládány za důkaz zlepšení kvality vody v dané lokalitě. Lze je totiž vysvětlit pouhou změnou průtoku a s tím spojenými změnami životními podmínkami a jinou potravní konkurencí druhů, pro které jsou dané podmínky aktuálně příznivější.

## 7. ZÁVĚR

Měření vybraných environmentálních proměnných a odběr vzorků proběhlo v měsíci září (30. 9. 2016) a měsíci listopadu (5. 11. 2016) na čtyřech lokalitách horního toku řeky Ostravice: Staré Hamry (1), Frýdlant nad Ostravicí (2), nad ústím Morávky (3) a Frýdek – Lískovec (4).

Abiotické faktory (kyslík, teplota, pH, konduktivita, ORP a průtok) byly naměřeny vždy před vlastním odběrem vzorků makrozoobentosu na všech lokalitách. Výjimkou bylo měření průtoku, které proběhlo jen na lokalitách 2 a 3, a to po odebrání vzorků makrozoobentosu. Na zbylých dvou lokalitách byly průtoky převzaty od Českého hydrometeorologického ústavu. Hodnoty byly měřeny přístroji: pH 3310 SET 2 (incl. SenTix® 41) a Oxi 3310 SET 1 (incl. Cellox® 325) a kapesním konduktometrem HQ 30d (s elektrodou CDC401, HACH). Průtok byl měřen pomocí hydrovrtule STS 005 (rozsah 5 cm – 5 m·s<sup>-1</sup>) od firmy Greisinger.

Odběr vzorků makrozoobentosu byl proveden pomocí metody PERLA. Celkem bylo odebráno 720 jedinců (z toho 419 v měsíci září a 301 v měsíci listopadu), patřících do 30 taxonů. Druhová úroveň byla určena u 29 taxonů.

Po determinaci následovaly výpočty abundance, dominance, konstance a indexů (Shannon-Wienerův, Margalefův, Simpsonův). Všechny výsledky byly poté zpracovány v programech MS Excel a Canoco.

Vzhledem k abundanci byl nejpočetněji zastoupen řád *Ephemeroptera* (celkem 322 jedinců), následoval řád *Diptera* (s počtem 169 jedinců) a *Trichoptera* (celkem bylo odebráno 130 jedinců). Postupně početnost řádů klesala, po řádu *Trichoptera* následoval řád *Amphipoda* (34 jedinců), řád *Plecoptera* (24 jedinců), *Lumbriculida* (14 jedinců), *Seriata* (12 jedinců), *Isopoda* (6 jedinců), *Arhynchobdellida* (4 jedinci), *Pulmonata* (3 jedinci) a *Coleoptera* (2 jedinci).

Struktura společenstva makrozoobentosu se v ohledu dominance v září a v listopadu značně lišila. V září byly endominantními druhy zástupci řádu *Ephemeroptera* a *Trichoptera*, dominantním byl řád *Diptera* a *Plecoptera*, subdominance patřila řádům *Amphipoda* a *Lumbriculida* a recedentní byly řády *Isopoda* a *Arhynchobdellida*. V měsíci listopadu byly endominantními řády *Diptera*, *Ephemeroptera* a *Trichoptera*. Dominantním

byl řád *Amphipoda*, subdominantními řády *Seriata* a *Lumbriculida* a recedentním *Coleoptera* a *Isopoda*.

Vyhodnocení konstance 30. 9. podle lokalit přineslo o taxonech tato zjištění. V lokalitě 1 patří nejvíce nalezených druhů k akcidentálnímu taxonu, v lokalitě 2 k druhům akcidentálním, v lokalitě 3 převažuje zastoupení druhů akcesorických. Konstanci 5. 11. odpovídaly tyto výsledky: v lokalitě 2 se nejvíce vyskytovaly druhy akcesorické, v lokalitě 3 pouze druhy akcesorické a eukonstantní a v lokalitě 4 byly zastoupeny druhy akcesorické, konstantní a eukonstantní.

Margalefův index byl počítán z důvodu zjištění pestrosti na určitých mikrohabitatech. Index nabýval nejvyšších hodnot v měsíci září i listopadu u odběru z bentické sítě. Naopak nejnižší byl index (opět na obou lokalitách) na mikrohabitatu svrchní strany kamenů.

Simpsonův index byl počítán pro zjištění dominance druhů na mikrohabitatech. V obou měsících (září i listopad) byla nejvyšší dominance na svrchních stranách kamenů. V září však byla však nejmenší hodnota zjištěna u mikrohabitatu štěrk, kdežto v listopadu byla dominance nejnižší u mikrohabitatu bentická síť.

Jako poslední index byl počítán Shannon-Wienerův. Nejvyšší hodnotu nabýval index v září a to hodnoty 1 na lokalitě 1. Všechny ostatní lokality měly index nižší. U obou měsíců bylo pouze pár druhů, kteří byli odebráni ve vyšším počtu a tím pádem se odlišovali od ostatních druhů. Proto lze předpokládat větší vyrovnanost společenstva.

Diagramy zpracované v programu Canoco zprostředkovaly obecně tyto výsledky závislosti výskytu makrozoobentosu na abiotických proměnných.

Na teplotě, pH a konduktivitě jsou závislé *Dugesia gonocephala*, *Baetis* sp., *Gammarus pulex*, *Asellus aquaticus*, *Hydropsyche pellucidula* a *Lumbriculus variegatus* a čeleď *Chironomidae*.

Úzkou závislost druhů na teplotě, pH, průtoku a konduktivitě lze konstatovat u druhů *Lumbriculus variegatus* a *Leuctra fusca*. Na těchto parametrech jsou víceméně závislé i druhy *Erpobdella octoculata*, *Gammarus pulex*, *Rhyacophila nubila*, *Asellus aquaticus*, *Dugesia gonocephala*, *Hydropsyche juv.* a *Hydropsyche pellucidula*. Naopak žádnou závislost na tyto proměnné nevykazují druhy *Radix peregra*, *Baetis vernus*, *Simulium* sp.,

*Ameletus inopinatus*, *Psychomyia pusilla*, *Habroleptoides confusa*, *Ephemera danica*, *Dicranota* sp. a čeleď *Chironomidae*.

Na ORP a kyslíku jsou závislé druhy *Habroleptoides confusa*, *Hydropsyche* juv., *Heptagenia sulphurea*, *Elmis aenea*, *Orectochilus villosus*, *Baetis lutheri*, *Erpobdella octoculata* a *Rhyacophila nubila*, *Rhithrogena semicolorata*, *Baetis* juv., *Baetis* sp., *Ancylus fluviatilis*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Heptagenia sulphurea*, *Atherix ibis* a *Isoperla oxylepis*.

Na hodnotě pH jsou úzce závislé druhy *Baetis alpinus*, *Radix peregra*, *Dugesia gonocephala*, *Asellus aquaticus*, *Habroleptoides confusa*, *Erpobdella octoculata* a *Hydropsyche* juv. Menší závislost na této proměnné vykazují druhy *Hydropsyche* sp., *Lumbriculus variegatus*, *Heptagenia sulphurea*, *Gammarus pulex*, *Orectochilus villosus*, *Dicranota bimaculata*, *Baetis vernus*, *Tipula lateralis*, *Rhyacophila nubila*, *Hydropsyche pellucidula*, *Leuctra fusca* a *Leuctra* sp. a řád *Chironimidae*.

Na teplotě, kyslíku a průtoku jsou závislé druhy *Hydropsyche fulvipes*, *Paraleptophlebia* sp. a *Ephemera ignita*.

Na konduktivitě a ORP jsou závislé druhy *Psychomyia pusilla*, *Ameletus inopinatus*, *Ancylus fluviatilis*, *Ephemera danica* a *Dicranota* sp. Druhy *Simulium* sp., *Baetis* sp., *Baetis scambus*, *Baetis* juv., *Atherix ibis*, *Isoperla oxylepis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Baetis lutheri* a *Baetis rhodani* nevykazují závislost na žádné z naměřených proměnných.

Srovnání závislostí v měsících září a listopadu ukazuje shodnou závislost několika druhů na teplotě, pH a konduktivitě. Jde se o druhy *Lumbriculus variegatus*, *Gammarus pulex*, *Asellus aquaticus*, *Dugesia gonocephala* a *Hydropsyche pellucidula*. Na ORP a kyslíku jsou v obou měsících závislé druhy *Heptagenia sulphurea*, *Rhithrogena semicolorata* a *Baetis* juv.

Abiotické proměnné naměřené v daných lokalitách nevykazovaly v dvouměsíčním odstupu obou odběrů výraznější odchylky – až na konduktivitu a průtok. Relativní stabilita hodnot proměnných přitom odpovídá charakteru toku řeky Ostravice.

I přes to, že se v září roku 2014 vyskytovaly ve vzorcích druhy vzácné či ohrožené, při srovnání dat z odběrů makrozoobentosu a měření abiotických proměnných provedených

21. září. 2014 a 30. září. 2016 lze konstatovat, že během let 2014 - 2016 se kvalita vody v řece Ostravici (v úseku Frýdlant nad Ostravicí až Frýdek-Lískovec) přinejmenším nezhoršila. Lze to doložit především nižší abundancí čeledi *Hydropsychidae* (řád *Trichoptera*), který je znám výskytem ve vodách s horší kvalitou vody, a naopak vyšším výskytem zástupců čeledi *Polycentropidae* (také řád *Trichoptera*) a druhů rodu *Ephemeroptera*, které obývají především čisté vody. Změny ve výskytu však nemohou být pokládány za důkaz zlepšení kvality vody v dané lokalitě. Lze je totiž vysvětlit pouhou změnou průtoku a s tím spojenými změněnými životními podmínkami a jinou potravní konkurencí druhů, pro které jsou dané podmínky aktuálně příznivější.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALLAN, J. David, María M. CASTILLO a . *Stream ecology structure and function of running waters*. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007. ISBN 9781402055836
- AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 226 s. ISBN 80-7080-521-8.
- BARTLETT, Troy. Order Plecoptera - Stoneflies. *BugGuide.Net* [online]. Iowa: Iowa State University, 2004 [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://bugguide.net/node/view/76>
- BASAGUREN, A., P. RIANO a J. POZO. Life history patterns and dietary changes of several caddisfly (Trichoptera) species in a northern Spain stream. *Fundamental and Applied Limnology* [online]. 2002, 155(1), 23-41 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1127/archiv-hydrobiol/155/2002/23.
- BAUERNFEIND, Ernst a Tomáš SOLDÁN. *The Mayflies of Europe (Ephemeroptera)*. Denmark: Apollo Books, 2012, 781 s. ISBN 978-87-88757-45-3.
- BOON, P. J. The pre-impoundment distribution of certain trichoptera larvae in the North Tyne river system (Northern England), with particular reference to current speed. *Hydrobiologia* [online]. 1978, 57(2), 167-174 [cit. 2017-02-19]. DOI: 10.1007/BF00016461. ISSN 00188158. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00016461>
- BRITTAIN, J E. Biology of Mayflies. *Annual Review of Entomology* [online]. 1982, 27(1), 119-147 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1146/annurev.en.27.010182.001003. ISSN 00664170. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.27.010182.001003>
- BRITTAIN, John E. Life History Strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. *Mayflies and Stoneflies: Life Histories and Biology* [online]. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: Springer Netherlands, 1990, s. 1-12 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1007/978-94-009-2397-3\_1. ISBN 9789401075794. Dostupné z: [http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-009-2397-3\\_1](http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-009-2397-3_1)
- BUFFAGNI, ANDREA, GIUSEPPE CROSA a ROBERTO MARCHETTI. Size-related shifts in the physical habitat of two mayfly species (Ephemeroptera). *Freshwater Biology* [online]. 1995, 34(2), 297-302 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1111/j.1365-



2427.1995.tb00889.x. ISSN 00465070. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00889.x>

CARDINALE, B. J., E. R. GELMANN a M. A. PALMER. Net spinning caddisflies as stream ecosystem engineers: the influence of Hydropsyche on benthic substrate stability. *Functional Ecology* [online]. 2004, 18(3), 381-387 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.1111/j.0269-8463.2004.00865.x. ISSN 02698463. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.0269-8463.2004.00865.x>

CUMMINS, K W a M J KLUG. Feeding Ecology of Stream Invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics* [online]. 1979, 10(1), 147-172 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1146/annurev.es.10.110179.001051. ISSN 00664162. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.es.10.110179.001051>

DERKA, T. Effect of regulation of a submontane river on mayfly communities (Insecta, Ephemeroptera). *Biologia*. 1998, 53(2), 189 – 194.

EDINGTON, J. M. Habitat Preferences in Net-Spinning Caddis Larvae with Special Reference to the Influence of Water Velocity. *The Journal of Animal Ecology* [online]. 1968, 37(3), 675-692 [cit. 2017-02-18]. DOI: 10.2307/3081. ISSN 00218790. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/3081?origin=crossref>

EDINGTON, John M. a A. G. HILDREW. *A revised key to the caseless caddis larvae of the British Isles: with notes on their ecology*. Ambleside, Cumbria: Freshwater Biological Association, 1995. Scientific publication (Freshwater Biological Association), no. 53. ISBN 9780900386558.

FARKAČ, Jan, David KRÁL a Martin ŠKORPÍK. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky.: Bezobratlí: Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates*. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005, 760 s. ISBN 80-86064-96-4.

FEHÉROVÁ, Jana. *Zhodnocení emergence vybraných druhů čeledi Leuctridae (Plecoptera)*. Olomouc, 2015. Diplomová práce. Univerzita palackého v olomouci. Vedoucí práce RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.

GORDON, Nancy D. *Stream hydrology: an introduction for ecologists*. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2004. ISBN 9780470843581.

HELEŠIC, Jan. *Klíč k určování larev pošvatek (Plecoptera): Čechy, Morava a Slezsko*. Brno, 1994. Katedra zoologie a ekologie MU Brno.

HOLZENTHAL, Ralph W., Karl KJER, Roger J. BLAHNIK a Aysha PRATHER. Trichoptera. *Tolweb* [online]. 2010 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://tolweb.org/TRICHOPTERA#AboutThisPage>

HRUBAN, Robert. Geomorfologické členění moravských Karpat. *Moravské-karpaty.cz* [online]. Otrokovice, 2014 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/geomorfologie/geomorfologicke-cleneni/>

HYNES, H. B. N. *The stream and its valley: Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology*. 1975, 15 s.

CHAPMAN, Donald W. a Robert L. DEMORY. Seasonal Changes in the Food Ingested by Aquatic Insect Larvae and Nymphs in Two Oregon Streams. *Ecology*. 1963, 44(1), 140-146.

JARKOVSKÝ, Jiří, Simona LITTNEROVÁ a Ladislav DUŠEK. *Statistické hodnocení biodiverzity*. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, 2012, 77 s. ISBN 978-80-7204-790-1.

KOKEŠ, Jiří a Denisa NĚMEJCOVÁ. *Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou Perla* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006 [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vod](http://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod)

KOKEŠ, Jiří a Denisa VOJTÍŠKOVÁ. *Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod*. 1. vyd. Mgr. Josef Smrťák. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 1999, 83 s. Výzkum pro praxi. ISBN 80-85900-29-7.

KRNO, Il'ja. *Pošvatky (Plecoptera) Slovenska*. Bratislava, 1998. Ústav ekológie Prírodovedeckej fakulty UK.

KRUITBOS, Laura M., Doerthe TETZLAFF, Chris SOULSBY, et al. Hydroclimatic and hydrochemical controls on Plecoptera diversity and distribution in northern freshwater

ecosystems. *Hydrobiologia* [online]. 2012, 693(1), 39-53 [cit. 2017-02-18]. DOI: 10.1007/s10750-012-1085-1. ISSN 00188158. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-012-1085-1>

KUČEROVÁ, Michaela. *Analýza vazby makrozoobentosu na charakter říčních koridorů*. Brno, 2014. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Karel Brabec, Ph.D.

LANDA, Vladimír a Tomáš SOLDÁN. *Rozšíření řádu Ephemeroptera v ČSSR s ohledem na kvalitu vody*. 1. Praha: Academia, 1989, 170 s. ISBN 80-200-0133-6.

LELLÁK, J., V. KOŘÍNEK, J. FOTT, P. PUNČOCHÁŘ a J. KOŘÍNKOVÁ. *Biologie vodních živočichů*. SNP Praha, 1982, 220 s. Skriptum Fakulty přírodovědecké UK Praha.

LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum, 1991, 257 s. ISBN 8070665300.

LEPŠ, Jan a Petr ŠMILAUER. *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. České Budějovice, 2000, 102 s. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

LOSOS, Bohumil, František KUBÍČEK a Zdeněk ŠEDA. *Základy obecné ekologie*. 1. Brno: Státní pedagogické nakladatelství, 1987, 258 s.

MACAN, T. T. Ecology of Aquatic Insects. *Annual Review of Entomology* [online]. 1962, 7(1), 261-288 [cit. 2017-02-18]. DOI: 10.1146/annurev.en.07.010162.001401. ISSN 00664170. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.07.010162.001401>

MACKAY, R J a G B WIGGINS. Ecological Diversity in Trichoptera. *Annual Review of Entomology* [online]. 1979, 24(1), 185-208 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.1146/annurev.en.24.010179.001153. ISSN 00664170. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.24.010179.001153>

MEYER, John R. Ephemeroptera. *Cals.ncsu.edu* [online]. ©2009 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <https://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/ephemeroptera.html>

MEYER, John R. Trichoptera. *Cals.ncsu.edu* [online]. ©2009 [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <https://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/trichoptera.html>

NAIMAN, Robert J., Henri DÉCAMPS a Michael E. MCCLAIN. *Riparia ecology, conservation, and management of streamside communities*. Amsterdam: Elsevier Academic, 2005. ISBN 0126633150.

NELSON, C.Riley. Plecoptera: Stoneflies. *Tree of Life web project* [online]. 1995 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://tolweb.org/Plecoptera>

OSBORNE, Lewis L. a Edwin E. HERRICKS. Microhabitat Characteristics of Hydropsyche (Trichoptera: Hydropsychidae) and the Importance of Body Size. *Journal of the North American Benthological Society* [online]. 1987, 6(2), 115-124 [cit. 2017-01-20]. DOI: 10.2307/1467221. ISSN 08873593. Dostupné z: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.2307/1467221>

PERCIVAL, E. a H. WHITEHEAD. A Quantitative Study of the Fauna of Some Types of Stream-Bed. *The Journal of Ecology* [online]. 1929, 17(2), 282-314 [cit. 2017-02-20]. DOI: 10.2307/2256044. ISSN 00220477. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2256044?origin=crossref>

PHILIPSON, G. N. The effect of water flow and oxygen concentration on six species of caddis fly (Trichoptera) larvae. *Proceedings of the Zoological Society of London* [online]. 1954, 124(3), 547-564 [cit. 2017-01-20]. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1954.tb07797.x. ISSN 03702774. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-7998.1954.tb07797.x>

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 3. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-7080-340-1.

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 5, aktualizované a doplněné. Havlíčkův Brod: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015, 792 s. ISBN 978-80-7080-928-0.

REISINGER, Walter, Ernst BAUERNFEIND a Erhard LOIDL. *Entomologie pro muškaře: od přírodního vzoru k napodobenině*. 1. Plzeň: Fraus, 2006, 282 s. ISBN 80-7238-510-0.

ROZKOŠNÝ, R., J. LELLÁK, J. MINÁŘ, et al. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Academia, 1980, 521 s. ISBN 21-095-80.

SALLES, Arghavan. Ephemeroptera. *University of California Museum of Paleontology* [online]. California: University of California, 2000 [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.ucmp.berkeley.edu/arthropoda/uniramia/ephemeroptera.html>

SHELDON, Andrew L. Size relationships of *Acroneuria californica* (perlidae, plecoptera) and its prey. *Hydrobiologia* [online]. 1969, 34(1), 85-94 [cit. 2017-02-22]. DOI: 10.1007/BF00040325. ISSN 00188158. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00040325>

SILVERI, L. *Plecoptera in Trentino: distribution and ecology*. Parma, 2008. PhD Dissertation. Parma University.

SLAVÍKOVÁ, Lucie. *Vliv vybraných environmentálních proměnných na makrozoobentos řeky Ostravice*. Ostrava, 2015, 68 s. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.

SPURNÝ, Petr, Jan MAREŠ, Radovan KOPP a Pavla ŘEZNÍČKOVÁ. *Hydrobiologie a rybářství* [online]. Mendelova univerzita v Brně, 2015 [cit. 2017-03-02]. ISBN 978-80-7509-345-5. Dostupné z: <http://www.rybarstvi.eu/pub%20rybari/2015%20hyd%20a%20ryb.pdf>

STEWART, Kenneth W. a Norman H. ANDERSON. The life history of *Ostrocerca dimicki* (Frison) in a short-flow, summer-dry Oregon stream. *Illiesia*. 2010, 6(6), 52-57. ISSN 1854-0392.

ŠTĚRBA, O., J. MĚKOTOVÁ, V. BEDNÁŘ, B. ŠARAPATKA, M. RYCHNOVSKÁ, F. KUBÍČEK, V. ŘEHOŘEK. *Říční krajina a její ekosystémy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008, 391 s. ISBN 978-80-244-2203-9.

ŠVEHLÁKOVÁ, Hana, Iva MELČÁKOVÁ a Jana NOVÁKOVÁ. Multimedialní výukový text: Ekologické aspekty technické hydrobiologie [online]. ©2006 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/>

TACHET, Henri, Jean Paul PIERROT, Chantal ROUX a Michel BOURNAUD. Net-Building Behaviour of Six Hydropsyche species (Trichoptera) in Relation to Current Velocity and Distribution along the Rhône River. *Journal of the North American Benthological Society* [online]. 1992, 11(4), 350-365 [cit. 2017-01-20]. DOI: 10.2307/1467557. ISSN 08873593. Dostupné z: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.2307/1467557>

VANNOTE, Robin L., G. Wayne MINSHALL, Kenneth W. CUMMINS, James R. SEDELL a Colbert E. CUSHING. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. 1980, 37(1), 130-137 [cit. 2017-02-22]. DOI: 10.1139/f80-017. ISSN 0706652x. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f80-017>

ZAHRÁDKOVÁ, Světlana a Tomáš SOLDÁN. *Ephemeroptera: Determinační kurz makrozoobentosu II/2*. Brno, 1998. Výzkumný ústav vodohospodářský Praha a laboratoř biologie tekoucích vod, katedra zoologie a ekologie, Přírodovědecká fakulta MU Brno.

#### ELEKTRONICKÉ ZDROJE

Atlas hlavních vodních toků povodí Odry: Ostravice. *Povodí Odry* [online]. ©2012 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: [http://www.pod.cz/atlas\\_toku/ostravice.html](http://www.pod.cz/atlas_toku/ostravice.html)

Caddisfly larvae (order Trichoptera). HAMRSKY, Jan. *Life in freshwater.net* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://lifeinfreshwater.net/caddisfly-larvae-trichoptera/>

Dílčí povodí Horní Odry: Geomorfologie Ostravice [online]. Povodí Odry, ©2007 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: [http://www.pod.cz/planovani/cz/oblast\\_povodi\\_odry.html](http://www.pod.cz/planovani/cz/oblast_povodi_odry.html)

Insect Order Plecoptera (Stoneflies). *TROUTNUT.COM* [online]. ©2004 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.troutnut.com/hatch/13/Insect-Plecoptera-Stoneflies>

Kanonická korespondenční analýza: CCA. *Matematická biologie: e-learningová učebnice* [online]. Brno: Institut biostatistiky a analýz Masarykovy univerzity, 2015 [cit. 2017-01-24]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analiza-a-hodnoceni-biologickych-dat--statisticke-hodnoceni-biodiverzity--metody-hodnoceni-diverzity--vicerozmerne-analyzy-s-primou-vazbou-na-analyzu-biodiverzity--kanonicka-korespondencni-analyza-cca>

Mapy přírodních poměrů povodí Odry. *Plán oblasti povodí Odry* [online]. Ostrava, ©2007 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/a-popis/a-popis.html>

Mapy. *Geo portal: Národní geoportál INSPIRE* [online]. ©2010 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

Mayfly nymphs (order Ephemeroptera). HAMRSKY, Jan. *Life in freshwater.net* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://lifeinfreshwater.net/mayfly-nymphs-ephemeroptera/>

Order Trichoptera: (Caddisfly). *Freshwater Benthic Ecology and Aquatic Entomology Homepage* [online]. Canada, 2013 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://lakes.chebucto.org/ZOOBENTH/BENTHOS/vii.html>

Plán oblasti povodí Odry: Geologie Ostravice [online]. Povodí Odry, ©2007 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/a-popis/a-1.html>

Přehled půdních typů podle FAO/UNESCO - Fluvisoly. *Informační systém Masarykovy univerzity* [online]. Brno, 1999 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Z0026/um/Pudni\\_typy.txt](https://is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Z0026/um/Pudni_typy.txt)

Řeka Ostravice: Popis lokality. *Moravskoslezský kraj: Informační systém životního prostředí* [online]. ©2015 [cit. 2015-02-30]. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/priroda/natura/evl/reka-ostavice-1232/>

Vodní ekosystémy a hydrobiologie. *Příroda Valašska* [online]. Vsetín: Český svaz ochránců přírody, ©2017 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.priroda-valasska.cz/cz/4-priroda-valasska/14-hydrologie/58-vodni-ekosystemy-a-hydrobiologie.html>

IS ARROW. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Praha: Hydrosoft Veleslavín, ©Českýhydrometeorologickýústav [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Oblast CHKO Beskydy (vlastní úprava). (www.pod.cz) .....	2
Obrázek 2: Plán dílčího povodí Odry (vlastní úprava). (www.pod.cz) .....	3
Obrázek 3: Geologické poměry na řece Ostravici (vlastní úprava). (www.pod.cz) .....	4
Obrázek 4: Hydrogeologické poměry (vlastní úprava). (www.pod.cz) .....	6
Obrázek 6: Pedologické poměry Ostravice (vlastní úprava). (www.pod.cz) .....	8
Obrázek 5: Fluvizem, lokalita Frýdlant nad Ostravicí. (foto autorka) .....	80
Obrázek 8: Lokalita 1 – Staré Hamry (foto autorka) .....	24
Obrázek 9: Lokalita 2 – Frýdlant nad Ostravicí (foto autorka) .....	25
Obrázek 10: Lokalita 3 – Nad ústím Morávky (foto autorka) .....	26
Obrázek 11: Lokalita 4 – Frýdek-Lískovec (foto autorka) .....	27
Obrázek 12: Odběr makrozoobentosu (foto autorka). .....	80

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech, 30. 9. 2016 ..	83
Tabulka 2: Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech, 5. 11. 2016 ..	86
Tabulka 3: Naměřené hodnoty kyslíku 30. 9. 2016 .....	88
Tabulka 4: Naměřené hodnoty kyslíku 5. 11. 2016 .....	88
Tabulka 5: Naměřené hodnoty teplot 30. 9. 2016 .....	88
Tabulka 6: Naměřené hodnoty teplot 5. 11. 2016 .....	88
Tabulka 7: Naměřené hodnoty pH 30. 9. 2016 .....	89
Tabulka 8: Naměřené hodnoty pH 5. 11. 2016 .....	89
Tabulka 9: Naměřené hodnoty konduktivity 30. 9. 2016 .....	89
Tabulka 10: Naměřené hodnoty konduktivity 5. 11. 2016 .....	89
Tabulka 11: Naměřené hodnoty ORP 30. 9. 2016 .....	90
Tabulka 12: Naměřené hodnoty průtoků 5. 11. 2016 .....	90



## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci září .....	39
Graf 2: Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci listopadu.....	39
Graf 3: Dominance jednotlivých řádů na všech lokalitách v měsíci září .....	40
Graf 4: Dominance jednotlivých řádů na všech lokalitách v měsíci listopadu.....	42
Graf 5: Dominance řádů na jednotlivých mikrohabitatech v měsíci září .....	43
Graf 6: Dominance řádů na jednotlivých mikrohabitatech v měsíci listopadu.....	44
Graf 7: Procentuální zastoupení abundance na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech v měsíci září .....	46
Graf 8: Procentuální zastoupení abundance na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech v měsíci listopadu .....	47
Graf 9: Abundance řádu <i>Ephemeroptera</i> na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září).....	48
Graf 10: Abundance řádu <i>Plecoptera</i> na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září)	48
Graf 11: Abundance řádu <i>Trichoptera</i> na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (září) .....	49
Graf 12: Abundance řádu <i>Ephemeroptera</i> na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (listopad).....	50
Graf 13: Abundance řádu <i>Trichoptera</i> na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech (listopad).....	51
Graf 14: Konstace na všech lokalitách v měsíci září .....	53
Graf 15: Konstace na všech lokalitách v měsíci listopadu .....	54
Graf 16: Hodnoty Margalefova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitatech .....	55
Graf 17: Hodnoty Simpsonova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitatech .....	56
Graf 18: Hodnoty Shannon-Wienerova indexu v měsíci září a listopadu na všech mikrohabitatech .....	57
Ordinační diagram 1: PCA analýza druhů a měřených proměnných 30. 9. 2016 .....	59
Ordinační diagram 2: PCA analýza druhů a měřených proměnných 5. 11. 2016 .....	61
Ordinační diagram 3: PCA analýza druhů a měřených proměnných v září 2014 a 2016....	63

## SEZNAM MAP

Mapa 1: Mapa všech lokalit. (geoportal.gov.cz) .....	23
Mapa 2: Lokalita 1 - Staré Hamry. (geoportal.gov.cz) .....	81
Mapa 3: Lokalita 2 - Frýdlant nad Ostravicí. (geoportal.gov.cz) .....	81
Mapa 5: Lokalita 4: Frýdek-Lískovec. (geoportal.gov.cz) .....	82
Mapa 4: Lokalita 3 - Nad ústím Morávky. (geoportal.gov.cz) .....	82

## SEZNAM VÝPOČTŮ

Výpočet 1: Výpočet průtoku v září, lokalita 2 .....	91
Výpočet 2: Výpočet průtoku v září, lokalita 3 .....	92
Výpočet 3: Výpočet průtoku v listopadu, lokalita 2 .....	93
Výpočet 4: Výpočet průtoku v listopadu, lokalita 3 .....	94

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 .....	80
Příloha 2 .....	81
Příloha 3 .....	83
Příloha 4 .....	88

## PŘÍLOHY

### Příloha 1



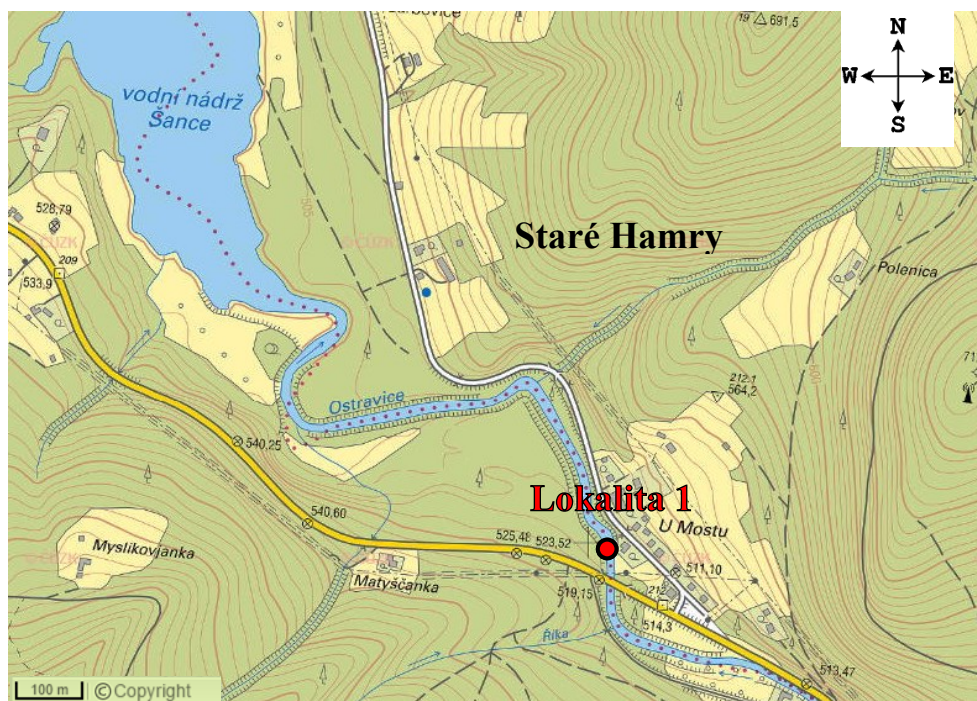
**Obrázek 5:** Fluvizem, lokalita Frýdlant nad Ostravicí.



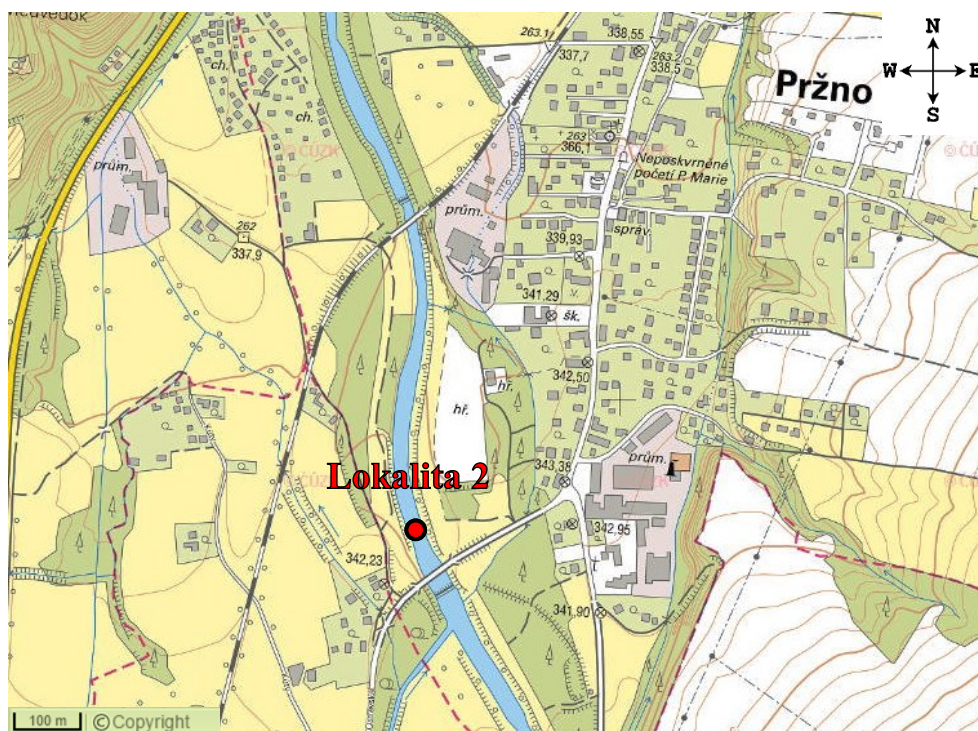
**Obrázek 12:** Odběr makrozoobentosu (foto autorka).



**Příloha 2**

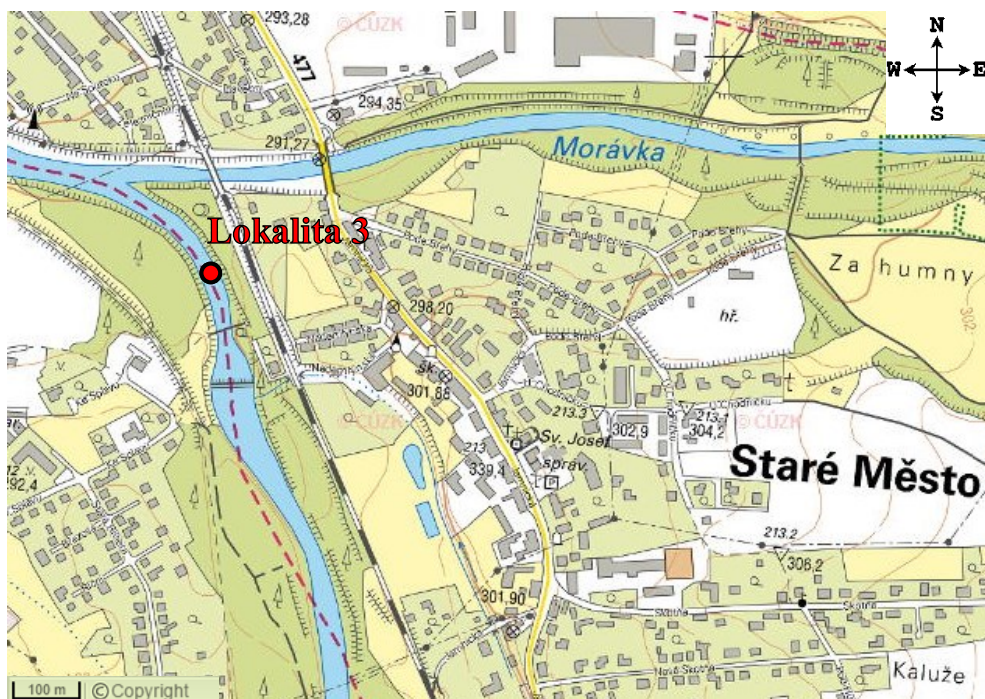


**Mapa 2:** Lokalita 1 - Staré Hamry. (geoportal.gov.cz)

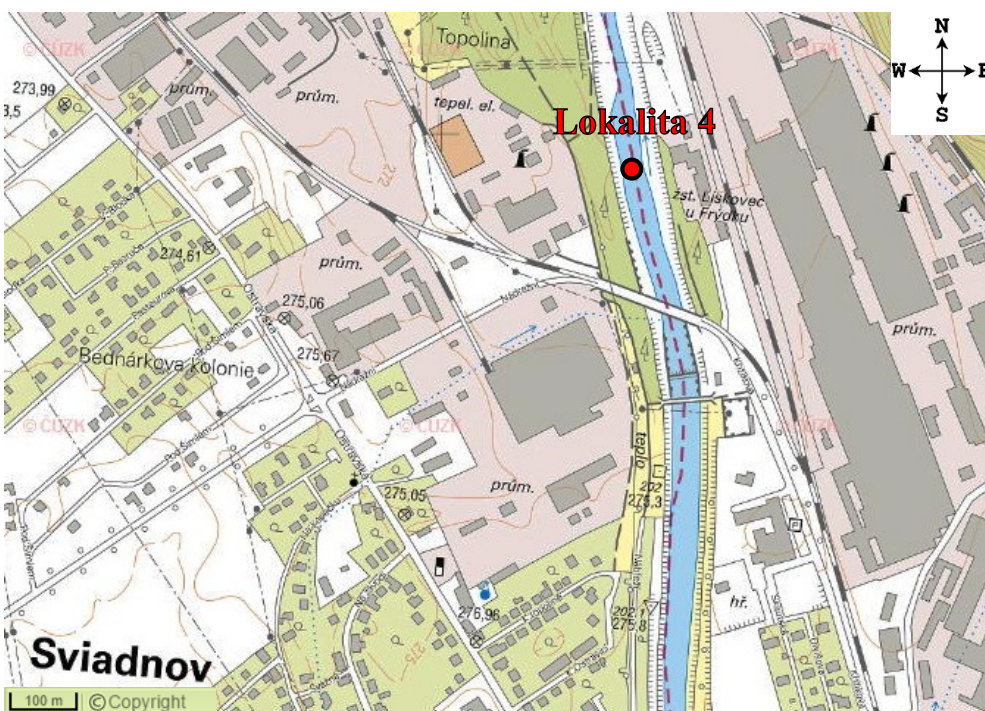


**Mapa 3:** Lokalita 2 - Frýdlant nad Ostravicí. (geoportal.gov.cz)





Mapa 4: Lokalita 3 - Nad ústím Morávky. (geoportal.gov.cz)



Mapa 5: Lokalita 4: Frýdek-Lískovec. (geoportal.gov.cz)

### Příloha 3

#### Vysvětlivky:

BS – bentická síť

SVSK – svrchní strana kamene

SPSK – spodní strana kamene

BSK – boční strana kamene

MZ – mrtvá zóna

Š – štěrky

M – mech

**Tabulka 1:** Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech, 30. 9. 2016

Lokalita	Habitat	Název druhu	Autor	Počet
1	BS	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	(Pictet, 1834)	2
1	BS	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	(Curtis, 1834)	1
1	BS	Chironomidae	Erichson, 1841	2
1	BS	<i>Isoperla oxylepis</i>	(Despax, 1936)	8
1	BS	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	(Curtis, 1834)	25
1	BS	<i>Heptagenia sulphurea</i>	(Müller, 1776)	2
1	BS	<i>Baetis rhodani</i>	(Pictet, 1843)	57
1	BS	<i>Baetis</i> juv.	Leach, 1815	11
1	BS	<i>Baetis vernus</i>	Curtis, 1834	3
1	BS	<i>Baetis lutheri</i>	Müller-Liebenau, 1967	29
1	BS	<i>Baetis</i> sp.	Leach, 1815	1
1	BS	<i>Atherix ibis</i>	(Fabricius, 1798)	2
1	SVSK	<i>Baetis rhodani</i>	(Pictet, 1843)	19
1	SVSK	<i>Baetis</i> juv.	Leach, 1815	10
1	SVSK	<i>Rhyacophila nubila</i>	Zetterstedt, 1840	3
1	SPSK	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	(Pictet, 1834)	4
1	SPSK	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	(Curtis, 1834)	1
1	SPSK	<i>Baetis rhodani</i>	(Pictet, 1843)	1
1	BSK	<i>Heptagenia sulphurea</i>	(Müller, 1776)	1
1	BSK	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	(Curtis, 1834)	3

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

1	BSK	Baetis juv.	Leach, 1815	6
1	BSK	Baetis vernus	Curtis, 1834	1
1	BSK	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	1
1	BSK	Chironomidae	Erichson, 1841	1
1	MZ	Simulium sp.	Latreille, 1802	1
1	MZ	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	1
1	Š	Chironomidae	Erichson, 1841	7
1	Š	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	3
1	Š	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	1
1	Š	Psychomyia pusilla	(Fabricius, 1781)	3
1	Š	Baetis sp.	Leach, 1815	7
1	Š	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	6
1	Š	Ephemera danica	Müller, 1764	4
1	Š	Ameletus inopinatus	Eaton, 1887	3
1	Š	Habroleptoides confusa	Sartori & Jacob, 1986	7
1	Š	Gammarus pulex	(Linnaeus, 1758)	1
1	Š	Isoperla oxylepis	(Despax, 1936)	1
1	Š	Dicranota sp.	Zetterstedt, 1838	1
1	Š	Atherix ibis	(Fabricius, 1798)	1
2	BS	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	2
2	BS	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	7
2	BS	Chironomidae	Erichson, 1841	5
2	BS	Lumbriculus variegatus	(O.F. Müller, 1774)	7
2	BS	Radix peregra	(O.F. Müller, 1774)	1
2	BS	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	1
2	BS	Baetis vernus	Curtis, 1834	3
2	BS	Heptagenia sulphurea	(Müller, 1776)	1
2	BS	Leuctra fusca	(Linnaeus, 1758)	15
2	SVSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	1
2	SPSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	4
2	BSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	2
2	M	Simulium sp.	Latreille, 1802	8
2	M	Chironomidae	Erichson, 1841	3
2	M	Radix peregra	(O. F. Müller, 1774)	1
2	M	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	6
2	M	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	2
2	M	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	10
2	M	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	22
2	M	Baetis vernus	Curtis, 1834	1
2	M	Baetis juv.	Leach, 1815	1
3	BS	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	11

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

3	BS	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	4
3	BS	Baetis vernus	Curtis, 1834	2
3	BS	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	5
3	BS	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	1
3	BS	Chironomidae	Erichson, 1841	5
3	BS	Gammarus pulex	(Linnaeus, 1758)	6
3	BS	Asellus aquaticus	(Linnaeus, 1758)	1
3	BS	Erpobdella octoculata	(Linnaeus, 1758)	3
3	SVSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	2
3	SVSK	Chironomidae	Erichson, 1841	2
3	SPSK	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	21
3	SPSK	Hydropsyche juv.	Pictet, 1834	1
3	SPSK	Baetis juv.	Leach, 1815	1
3	SPSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	2
3	SPSK	Chironomidae	Erichson, 1841	1
3	SPSK	Gammarus pulex	(Linnaeus, 1758)	1
3	SPSK	Dugesia gonocephala	(Dugès, 1830)	2
3	SPSK	Asellus aquaticus	(Linnaeus, 1758)	1
3	BSK	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	1
3	BSK	Asellus aquaticus	(Linnaeus, 1758)	1
3	BSK	Chironomidae	Erichson, 1841	1

---



Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

**Tabulka 2:** Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a mikrohabitatech, 5. 11. 2016

Lokalita	Habitat	Název druhu	Autor	Počet
2	BS	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	7
2	BS	Hydropsyche juv.	Pictet, 1834	6
2	BS	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	4
2	BS	Lumbriculus variegatus	(O. F. Müller, 1774)	5
2	BS	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	17
2	BS	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	8
2	BS	Baetis juv.	Leach, 1815	11
2	BS	Heptagenia sulphurea	(Müller, 1776)	4
2	BS	Habroleptoides confusa	Sartori & Jacob, 1986	3
2	BS	Erpobdella octoculata	(Linnaeus, 1758)	1
2	BS	Elmis aenea	(Müller, 1806)	1
2	BS	Orectochilus villosus	(O. F. Müller, 1776)	1
2	SVSK	Chironomidae	Erichson, 1841	24
2	SVSK	Baetis juv.	Leach, 1815	4
2	SVSK	Dugesia gonocephala	(Dugès, 1830)	2
2	SPSK	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	2
2	SPSK	Baetis juv.	Leach, 1815	3
2	SPSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	1
2	SPSK	Chironomidae	Erichson, 1841	14
2	SPSK	Hydropsyche juv.	Pictet, 1834	2
2	SPSK	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	1
2	SPSK	Heptagenia sulphurea	(Müller, 1776)	1
2	BSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	1
2	BSK	Chironomidae	Erichson, 1841	4
3	BS	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	5
3	BS	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	1
3	BS	Lumbriculus variegatus	(O. F. Müller, 1774)	2
3	BS	Baetis rhodani	(Pictet, 1843)	1
3	BS	Baetis juv.	Leach, 1815	4
3	BS	Gammarus pulex	(Linnaeus, 1758)	26
3	BS	Dugesia gonocephala	(Dugès, 1830)	1
3	BS	Asellus aquaticus	(Linnaeus, 1758)	1
3	BS	Chironomidae	Erichson, 1841	1
3	SVSK	Dugesia gonocephala	(Dugès, 1830)	2
3	SVSK	Chironomidae	Erichson, 1841	40
3	SVSK	Baetis sp.	(Leach, 1815)	1
3	SPSK	Chironomidae	Erichson, 1841	4
3	SPSK	Polycentropus flavomaculatus	(Pictet, 1834)	1
3	SPSK	Dugesia gonocephala	(Dugès, 1830)	5

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

3	BSK	Chironomidae	Erichson, 1841	5
4	BS	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	8
4	BS	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	3
4	BS	Asellus aquaticus	(Linnaeus, 1758)	2
4	BS	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	1
4	SVSK	Chironomidae	Erichson, 1841	34
4	SVSK	Baetis sp.	(Leach, 1815)	2
4	SPSK	Hydropsyche pellucidula	(Curtis, 1834)	2
4	SPSK	Baetis juv.	Leach, 1815	2
4	SPSK	Rhyacophila nubila	Zetterstedt, 1840	2
4	SPSK	Chironomidae	Erichson, 1841	1
4	SPSK	Baetis lutheri	Müller-Liebenau, 1967	10
4	SPSK	Rhitrogena semicolorata	(Curtis, 1834)	1
4	BSK	Ancylus fluviatilis	O. F. Müller, 1774	1
4	BSK	Chironomidae	Erichson, 1841	2
4	BSK	Baetis juv.	Leach, 1815	3

---

#### Příloha 4

Tabulka 3: Naměřené hodnoty kyslíku 30. 9. 2016

30. 9. 2016		
Lokalita	Kyslík [mg.L <sup>-1</sup> ; %]	
Staré Hamry	8,12	72,8
Frýdlant nad Ostravicí	7,8	80,6
Nad ústím Morávky	6,74	72,5
Frýdek-Lískovec	6,32	76,3

Tabulka 4: Naměřené hodnoty kyslíku 5. 11. 2016

5. 11. 2016		
Lokalita	Kyslík [mg/l <sup>-1</sup> ; %]	
Staré Hamry	12,72	103,8
Frýdlant nad Ostravicí	12,6	106,6
Nad ústím Morávky	12,31	107,6
Frýdek-Lískovec	12,02	105,8

Tabulka 5: Naměřené hodnoty teplot 30. 9. 2016

30. 9. 2016	
Lokalita	Teplota [°C]
Staré Hamry	9,3
Frýdlant nad Ostravicí	15,3
Nad ústím Morávky	17,3
Frýdek-Lískovec	17,6

Tabulka 6: Naměřené hodnoty teplot 5. 11. 2016

5. 11. 2016	
Lokalita	Teplota [°C]
Staré Hamry	3,7
Frýdlant nad Ostravicí	6,7
Nad ústím Morávky	7,4
Frýdek-Lískovec	7,8

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

Tabulka 7: Naměřené hodnoty pH 30. 9. 2016

<b>30. 9. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>pH</b>
Staré Hamry	8,1
Frýdlant nad Ostravicí	9,01
Nad ústím Morávky	9,2
Frýdek-Lískovec	8,9

Tabulka 8: Naměřené hodnoty pH 5. 11. 2016

<b>5. 11. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>pH</b>
Staré Hamry	7,56
Frýdlant nad Ostravicí	7,75
Nad ústím Morávky	8,51
Frýdek-Lískovec	8,77

Tabulka 9: Naměřené hodnoty konduktivity 30. 9. 2016

<b>30. 9. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>Konduktivita [μS]</b>
Staré Hamry	206
Frýdlant nad Ostravicí	198
Nad ústím Morávky	254
Frýdek-Lískovec	263

Tabulka 10: Naměřené hodnoty konduktivity 5. 11. 2016

<b>5. 11. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>Konduktivita [μS]</b>
Staré Hamry	130
Frýdlant nad Ostravicí	146,1
Nad ústím Morávky	178,2
Frýdek-Lískovec	189,8

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

Tabulka 11: Naměřené hodnoty ORP 30. 9. 2016

<b>30. 9. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>ORP [mV]</b>
Staré Hamry	305
Frýdlant nad Ostravicí	205
Nad ústím Morávky	188
Frýdek-Lískovec	203

Tabulka 12: Naměřené hodnoty ORP 5. 11. 2016

<b>5. 11. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>ORP [mV]</b>
Staré Hamry	72,6
Frýdlant nad Ostravicí	60,1
Nad ústím Morávky	61,8
Frýdek-Lískovec	77,9

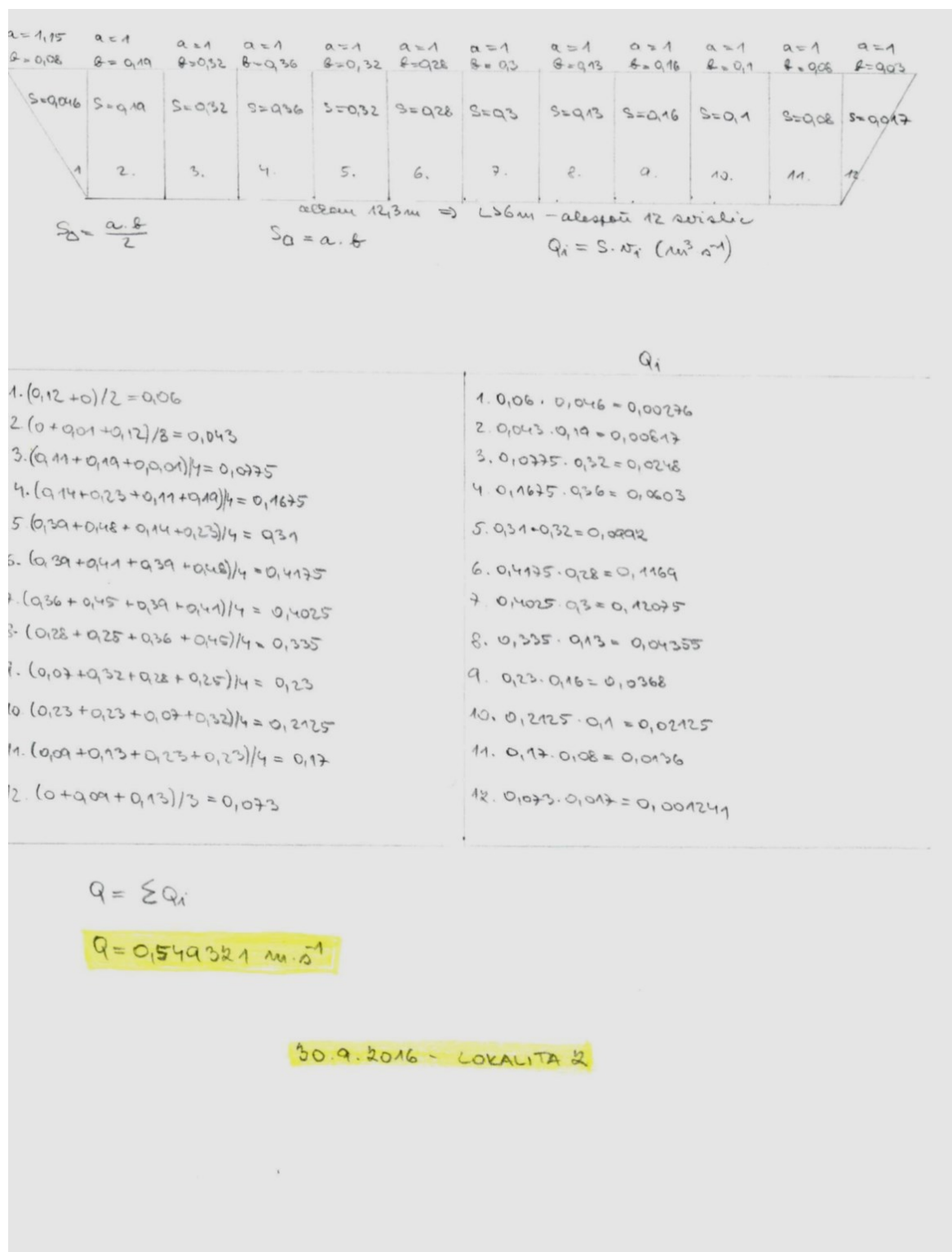
Tabulka 13: Naměřené hodnoty průtoků 30. 9. 2016

<b>30. 9. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>Průtok [<math>\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}</math>]</b>
Staré Hamry	0,14
Frýdlant nad Ostravicí	0,59
Nad ústím Morávky	0,68
Frýdek-Lískovec	1,25

Tabulka 14: Naměřené hodnoty průtoků 5. 11. 2016

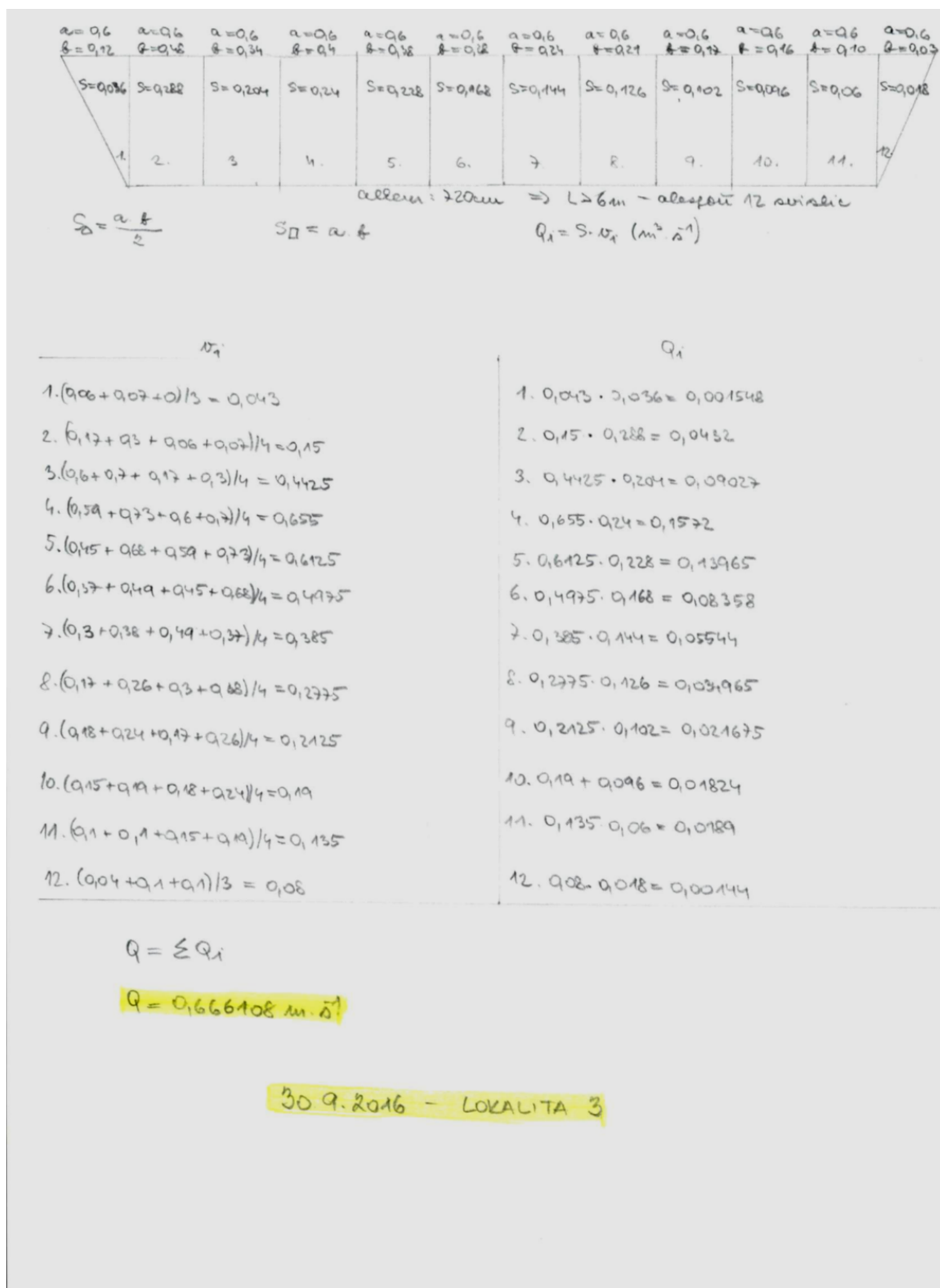
<b>5. 11. 2016</b>	
<b>Lokalita</b>	<b>Průtok [<math>\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}</math>]</b>
Staré Hamry	0,96
Frýdlant nad Ostravicí	2,04
Nad ústím Morávky	2,35
Frýdek-Lískovec	4,75

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici



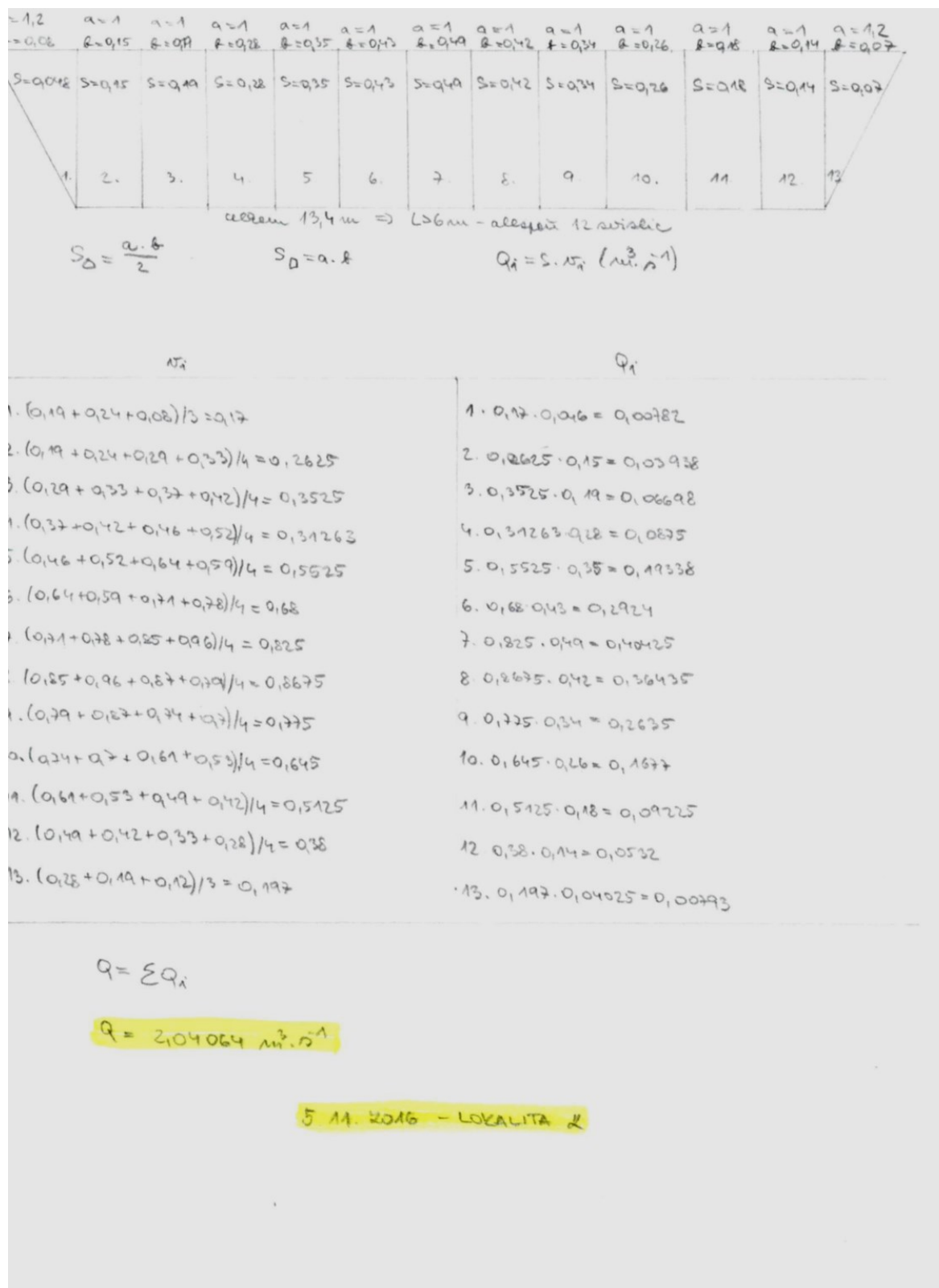
Výpočet 1: Výpočet průtoku v září, lokalita 2

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici



Výpočet 2: Výpočet průtoku v září, lokalita 3

Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatů u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici



Výpočet 3: Výpočet průtoku v listopadu, lokalita 2



Lucie Slavíková: Sezónní preference mikrohabitatu u vybraných řádů makrozoobentosu  
na řece Ostravici

$a=0,7$ $b=0,16$ $S=0,086$	$a=0,6$ $b=0,24$ $S=0,204$	$a=0,6$ $b=0,45$ $S=0,227$	$a=0,6$ $b=0,53$ $S=0,318$	$a=0,6$ $b=0,61$ $S=0,366$	$a=0,6$ $b=0,65$ $S=0,399$	$a=0,6$ $b=0,67$ $S=0,402$	$a=0,6$ $b=0,62$ $S=0,364$	$a=0,6$ $b=0,57$ $S=0,342$	$a=0,6$ $b=0,44$ $S=0,264$	$a=0,6$ $b=0,32$ $S=0,192$	$a=0,6$ $b=0,26$ $S=0,156$	$a=0,6$ $b=0,18$ $S=0,108$	$a=0,2$ $b=0,19$ $S=0,0385$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.

celkem 2,6 m  $\Rightarrow$  L26 - alespoň 12 rozliční

$$S_b = \frac{a \cdot b}{2}$$

$$S_D = a \cdot b$$

$$Q_i = S \cdot v_i \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

$N_i$	$Q_i$
1. $(0,14+0,19+0,24)/3 = 0,19$	1. $0,19 \cdot 0,105 = 0,01995$
2. $(0,19+0,24+0,33+0,39)/4 = 0,2875$	2. $0,2875 \cdot 0,204 = 0,05865$
3. $(0,39+0,33+0,47+0,54)/4 = 0,4325$	3. $0,4325 \cdot 0,27 = 0,116775$
4. $(0,47+0,54+0,69+0,76)/4 = 0,615$	4. $0,615 \cdot 0,318 = 0,19557$
5. $(0,69+0,76+0,85+0,92)/4 = 0,805$	5. $0,805 \cdot 0,366 = 0,29463$
6. $(0,85+0,92+0,99+1,04)/4 = 0,95$	6. $0,95 \cdot 0,39 = 0,3705$
7. $(0,99+1,04+0,97+0,88)/4 = 0,97$	7. $0,97 \cdot 0,402 = 0,38994$
8. $(0,97+0,88+0,79+0,72)/4 = 0,835$	8. $0,835 \cdot 0,3642 = 0,304602$
9. $(0,79+0,72+0,73+0,66)/4 = 0,725$	9. $0,725 \cdot 0,342 = 0,24795$
10. $(0,73+0,66+0,59+0,52)/4 = 0,625$	10. $0,625 \cdot 0,264 = 0,165$
11. $(0,59+0,52+0,53+0,42)/4 = 0,5275$	11. $0,5275 \cdot 0,192 = 0,10128$
12. $(0,53+0,47+0,36+0,29)/4 = 0,4125$	12. $0,4125 \cdot 0,156 = 0,06435$
13. $(0,36+0,29+0,21+0,16)/4 = 0,255$	13. $0,255 \cdot 0,108 = 0,02754$
14. $(0,21+0,16+0,09)/3 = 0,1533$	14. $0,1533 \cdot 0,0385 = 0,00590205$

$$Q = \sum Q_i$$

$Q = 2,35032905 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

5. 11. 2016 - lokalita 3

Výpočet 4: Výpočet průtoku v listopadu, lokalita 3